



Title	ミヤコザサを利用した北海道和種馬の林間放牧に関する研究
Author(s)	河合, 正人
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第4454号
Issue Date	1998-03-25
DOI	https://doi.org/10.11501/3137170
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/51475
Type	doctoral thesis
File Information	000000322360.pdf



ミヤコザサを利用した北海道和種馬の
林間放牧に関する研究

畜産学専攻 博士後期課程

河合 正人

①

ミヤコザサを利用した北海道和種馬の
林間放牧に関する研究

畜産学専攻 博士後期課程

河合 正人

謝 辞

本研究をとりまとめるにあたり、北海道大学名誉教授朝日田康司博士、上山英一博士、北海道大学教授大久保正彦博士、北海道大学助教授近藤誠司博士には、終始懇篤なる御指導、御鞭撻を賜った。また大久保正彦教授、清水弘教授、田中桂一教授、近藤誠司助教授には論文の校閲の労をお執り頂き、有益な御助言を賜った。

本研究の遂行にあたり、北海道大学秦寛助教授、小竹森訓央助教授、諸岡敏生助手、中辻浩喜助手には多大な御教示、御指導を賜った。茨城大学助手安江健氏には、本研究に関する御助言と激励を頂いた。枝根康江さん、佐々木千鶴さん、稲葉弘之氏、金子史法氏、藤芳雅人氏、齊藤知子さん、新宮裕子さん、金子聡一氏には、本研究の共同研究者として絶大なる御協力を頂いた。その他北海道大学農学部畜産科学科の多くの大学院生ならびに学生諸氏にも、時には厳しい自然環境下でのフィールドワークを快く引き受けて頂いた。北海道大学農学部事務官佐藤英子さん、農林水産省畜産試験場研究員野中最子さんには、終始変わらぬ御支援と激励を頂いた。

本研究の成果は北海道大学農学部附属牧場および苫小牧演習林において得られたものであり、附属牧場技官斎藤博幸氏、演習林技官菅田定雄氏をはじめ技官諸氏の御協力、御助言ならびに多大なる御支援によって成し得た。

ここに以上の各位に対し、衷心より感謝の意を表する次第である。

目次

第Ⅰ章 緒言	1
Ⅰ－１．本研究の背景および目的	1
Ⅰ－２．研究史	8
Ⅰ－２－１．林間放牧に関する研究	8
Ⅰ－２－２．馬の採食量および消化率に関する研究	12
Ⅰ－２－３．放牧地における馬の利用場所に関する研究	16
第Ⅱ章 ミヤコザサ葉部および地上部重量、化学成分含量 の季節変化（試験１）	19
Ⅱ－１．目的	19
Ⅱ－２．材料および方法	20
Ⅱ－３．結果および考察	22
Ⅱ－４．小括	36
第Ⅲ章 林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量 および消化率	38
Ⅲ－１．北海道和種馬とサラブレッド系雑種馬のミヤコザサ 採食量および消化率の比較（試験２）	39
Ⅲ－１－１．目的	39
Ⅲ－１－２．材料および方法	39
Ⅲ－１－３．結果および考察	43

Ⅲ－２．夏季および冬季林間放牧地における北海道和種馬の ミヤコザサ採食量および消化率（試験３～８）	5 3
Ⅲ－２－１．目的	5 3
Ⅲ－２－２．材料および方法	5 4
Ⅲ－２－３．結果	6 1
Ⅲ－２－４．考察	1 1 7
Ⅲ－３．小括	1 4 1
第Ⅳ章 北海道和種馬林間放牧がミヤコザサ植生におよぼす影響	1 4 3
Ⅳ－１．夏季放牧利用と冬季放牧利用の比較（試験９）	1 4 3
Ⅳ－１－１．目的	1 4 3
Ⅳ－１－２．材料および方法	1 4 4
Ⅳ－１－３．結果および考察	1 4 5
Ⅳ－２．冬季林間放牧地内のミヤコザサ植生と休牧の影響 （試験１０）	1 5 1
Ⅳ－２－１．目的	1 5 1
Ⅳ－２－２．材料および方法	1 5 2
Ⅳ－２－３．結果および考察	1 5 5
Ⅳ－３．小括	1 6 2

第Ⅴ章	林間放牧地における北海道和種馬の利用場所とそれに 影響する諸要因	1 6 3
Ⅴ－１．	異なる面積、地形の林間放牧地における北海道和種馬 の利用場所（試験１１）	1 6 3
Ⅴ－１－１．	目的	1 6 3
Ⅴ－１－２．	材料および方法	1 6 4
Ⅴ－１－３．	結果および考察	1 6 5
Ⅴ－２．	北海道和種馬の利用場所に影響を及ぼす諸要因 (試験１２)	1 7 6
Ⅴ－２－１．	目的	1 7 6
Ⅴ－２－２．	材料および方法	1 7 6
Ⅴ－２－３．	結果	1 7 9
Ⅴ－２－４．	考察	2 1 2
Ⅴ－３．	小括	2 1 7
第Ⅵ章	総合考察	2 1 9
摘要		2 2 8
参考文献		2 3 4

第 I 章 緒言

I - 1. 本研究の背景および目的

日本の国土の約70%は森林であり、これまで木材生産を重視した森林利用が行われてきたが、今日では環境保全機能や保健休養機能（石城，1994）といった森林の持つ様々な機能の重要性が指摘されてきており、生態系とその保全といった観点からも検討する必要性が示唆されている。森林は人間の営みと密接に関連した存在であり、自然生態系の保護といった観点からのみでなく、その利用についても木材生産以外の多面的利用の観点から模索する必要があるであろう。

農業はこれまで生態系からの短期的、局所的収奪を主体とし、家畜生産については森林を伐採し、造成した改良草地において主に行われている。しかし、森林伐採による環境破壊が地球規模で深刻化している中で、今後は森林の持つ様々な機能を維持しつつ行える家畜生産を考える必要がある。

林間放牧は、本来自然草地の放牧利用の一形態であったが、近年では森林の機能・形態を大きく変えることなく行う家畜生産方式として見直されてきている（安富，1995）。わが国においては特に肉用牛を用い、北方型林床植物であるササ類を飼料として利用した林間放牧に関する研究が行

われた。これらササ類を利用した林間放牧は、これまで森林管理上の障害としてしかとらえられてこなかったササ類を森林下草資源としてとらえた、有効な森林利用形態であると考えられる。肉用牛の混牧林としての森林の利用は、低コスト飼養が可能なことや林木に対する施肥効果、下草刈りや枝打ちの労力節減などの利点が考えられたが、実際には下草利用では高い増体効果を期待できないことや子牛の発育阻害、林木への食害や踏傷などといった問題点も指摘されており（三村，1974）、一般の生産体系としては定着しなかった。

一方北海道においては、特に積雪量の比較的少ない太平洋沿岸地域において、林床植物であるミヤコザサを利用した北海道和種馬の林間放牧が伝統的に行われてきてる。日本在来馬のような競走馬以外の馬を飼養する場合には、体重が維持し、子畜が生産されれば充分とする考え方によるものであり、我が国においては増体量のみを重要視しがちな肉用牛とは状況が異なるであろう。現在日本国内には北海道和種馬、木曾馬、野間馬、対州馬、御崎馬、トカラ馬、宮古馬、与那国馬の8馬種が飼育されており、総頭数は3000頭余りである（野澤，1992）。このうち約80%を北海道和種馬が占め、他の馬種は100頭前後かそれ以下である。これら北海道和種馬以外の在来馬の飼養目的は、遺伝資源の保存のみといってもよい。一方北海道和種馬については、肉用や競走馬生産農家における試情用、乗用といった用途

で現在でも人間の営みの中に取り入れられている。また最近では、身体および心身障害者の治療に馬を用いる乗馬セラピーが注目されており（津田，1997）、小格で扱いやすい在来馬のこうした障害者乗馬への利用も考えられる。

一方、自然草地放牧では、馬は牛や羊などの反芻家畜と同様もしくはそれ以上に利用性が高いとする報告がある。Bjarnason and Gudmundsson(1986)およびGudmundsson and Helgadóttir(1980)は、北海道と同様の寒冷湿潤地域であるアイスランドにおいて、自然草地に放牧した馬の増体量が牛や羊に比べて高かったと報告している。自然草地の一形態である林間放牧地においても同様に、馬を用いた放牧が適していると考えられる。また、馬の採食植物種の範囲は、牛や羊、山羊よりも狭いことから（岡野・岩元，1989）、樹木や林床植物植生に対する影響も小さいと考えられる。なかでも北海道和種馬は寒さに強く粗食に耐え得るといわれており、また四肢が丈夫で蹄が堅いとされている（松本，1948）。

北海道和種馬についての具体的な研究はほとんど行われていないが、北海道和種馬と同じ日本在来馬である木曾馬の消化管はアラブなどの軽種馬に比べて大きく、発達しており、低い澱粉価および可消化養分総量で維持し得ると報告されている（辻井，1985）。また馬の中でも小格のポニーの方が消化率が高い傾向にあること（Slade and Hintz, 1969）から、日本在来の小格馬である北海道和種馬の消化

能力も高いことが予想される。木曾馬については蹄底部保護層の角細管がサラブレッドより緻密で構造上丈夫であり（辻井, 1986）、松本（1948）の知見を裏付けているが、こうした蹄や四肢の丈夫さは地形の複雑な林内での移動に適しているであろう。さらに樹木や林床植物植生への影響、森林の持つ様々な機能への影響を考慮した場合にも、小格馬の方が影響は小さいと考えられる。これらのことから、北海道和種馬は、改良草地に比べて地形が複雑であり、環境条件が厳しく、さらに飼料の栄養価も低いことが予想される林間放牧地での周年放牧に適していると考えられる。しかし、こうした北海道和種馬の林間放牧は経験的に行われてきた手法であり、放牧管理技術を確立するための実験的な裏付けはない。

ササ類は、平地から亜高山帯にかけて分布するイネ科ササ属の常緑植物である。北海道においてはチシマザサ（*Sasa kurilensis*）、クマイザサ（*Sasa senanensis*）、ミヤコザサ（*Sasa nipponica*）の3節と若干のスズタケ（*Sasa purpurascens*）が分布しており、これらの分布面積は400万ha、森林総面積の約70%を占めると推定されている（農水省草地試験場, 1982）。これらササ類は森林自体の構成要素として重要な一部分を占めており、ササ生地では土壌への降雨の高い浸入度を持つと報告されている（梅田ら, 1985）。また草食家畜に対する飼料としての価値は高いとする報告はあるものの（大原, 1948）、実際に

家畜生産に利用されている割合は高くはない（農水省草地試験場，1982）。

ササ類については、過度の放牧利用によって現存量や密度が低下することが報告されている（平吉ら，1968；本江，1988）。よって、森林の持つ様々な機能を維持していく上で、また永続的な放牧利用を行っていく上でも、これらササ類の植生、現存量を維持できる放牧管理方法を確立する必要がある。

周年放牧を行う場合、冬季間の積雪量が少ないことが条件となるが、これは北海道においては太平洋沿岸地域、すなわちミヤコザサの分布地域に当たる（松井，1963）。ミヤコザサの分布と北海道和種馬の分布がほぼ一致していることは八戸（1982）が指摘しているが、北海道和種馬は実際にミヤコザサを利用して周年放牧により飼養されてきた。したがって、森林下草資源としてとらえたササ類を利用して北海道和種馬を放牧する場合、ササ類の中でもまずミヤコザサを中心に検討すべきであろう。

一般に放牧地における放牧頭数や日数は、飼料の現存量と面積、栄養価、放牧家畜の採食量や養分要求量から設定される。北海道和種馬の林間放牧を行う場合にも、まず飼料となるミヤコザサの栄養価、および北海道和種馬の採食量の把握が必要となる。しかしこれらについての報告はほとんどなく、ミヤコザサの栄養価については重種馬と家兎を用いた消化率の測定（大原，1948）、北海道和種馬に刈

り取り給与した場合の採食量と消化率の測定 (Kawai et al., 1995) および冬季林間放牧地における採食量と消化率の推定 (河合ら, 1997) のみである。さらに放牧地における馬の採食量や消化率については、方法的に困難なこともあり、不明な部分が多い。よって、まず林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量および消化率、栄養価を明らかにする必要がある。

ミヤコザサを含めた林床植物植生に対する放牧利用の影響については、主に肉用牛を用いて報告されてきている。しかし馬による放牧利用については、草本および樹葉の採食種に関する若干の報告がある程度であり (杉野, 1921; 鈴木, 1940)、明かではない。そこで、北海道和種馬放牧利用がミヤコザサ植生に及ぼす影響についても検討する必要がある。さらに一般に地形や植生が均一ではなく、面積が大きい林間放牧地においては、北海道和種馬の利用場所も不均一であることが予想され、ミヤコザサ植生に対する影響にもこうした利用の不均一性が影響する。したがって林間放牧地における適正な放牧管理方法確立のためには、北海道和種馬の利用場所を考慮に入れるべきである。

以上より、本研究では、北海道和種馬によるミヤコザサ植生を利用した放牧管理方法の確立を目的として、以下の項目について検討した。

- 1) ミヤコザサの地上部および葉部重量、化学成分含量の
季節変化
- 2) 林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量
および消化率
- 3) 北海道和種馬放牧利用がミヤコザサ植生に及ぼす影響
- 4) 林間放牧地における北海道和種馬の利用場所とそれに
影響する諸要因

I - 2. 研究史

I - 2 - 1. 林間放牧に関する研究

わが国における林間放牧に関する研究の多くは、北方型林床植物であるササ類の植生についてのものであり、ササ類の生態学的研究と放牧利用による植生変化に関する研究に分けることができる。

ササ類の分布については、東北地方（薄井，1961）および北海道（豊岡，1981；豊岡ら，1981）においてそれぞれ報告されているが、分布規模は北海道が広大である。北海道におけるササ類の分布面積は400万ha、森林総面積の約70%、国有林の90%を占めると推定されている（松井，1963）。ミヤコザサ、クマイザサ、チシマザサの分布域には積雪量が関係し、特にミヤコザサは比較的積雪量の少ない地域に分布している。これらミヤコザサは胆振、日高、十勝、釧路地方に多く分布しており、その分布面積は161万ha、ササ分布面積の約40%を占めている（松井，1963）。

ミヤコザサの植物生態学的研究は群落の生育環（県・鎌田，1979）や生長と日長との関係（県ら，1979）、また物質生産（秋山ら，1977a；岩元，1977）および循環（秋山ら，1977b）について行われており、地上部および地下部重量の季節変化、葉部および稈部重量の季節変化、窒素および熱量現存量の季節変化などが報告されている。さらに林内

におけるササ類およびその他の植物の分布といった植生と標高、土壌、林相との関係についての調査が行われており（大原ら，1968）、ササの種類によって土壌や樹木の天然更新に対する影響が異なることも報告されている（横田ら，1981a；1981b）。また、クマイザサ群落の生育環（柴田ら，1980a）や枯死後の分解と真菌群との関係（安藤・奥西，1974）、チシマザサの発生と消長（柴田ら，1983）、ネザサ（*Sasa arundinaria*）の種子繁殖（松村ら，1974b）など、この分野の研究は多岐に渡っており、蓄積も多い。

同様に植物生態学的観点から、ササ類の植生変化に対する放牧の影響についても研究されている。これらは主に肉用牛を用いて調査が行われてきた。ミヤコザサ（小川ら，1985；1986）、クマイザサ（平吉ら，1968）、チマキザサ（伊沢ら，1992）はそれぞれ放牧利用によって矮小化し、現存量が減少することが報告されている。こうした放牧利用によるササ類への影響は放牧季節（平吉ら，1969a；1969b）、放牧頭数や日数（岩元，1980；柴田ら，1980b）、また放牧利用頻度（小川ら，1985）によって異なり、さらに休牧による回復度合いも異なることが報告されている（岩田・松村，1974）。

樹木に対する放牧利用の影響についても、肉用牛や乳用育成牛を用いた研究蓄積は多い。放牧圧とトドマツ造林木の生育との関係（馬場ら，1979）やドドマツの植栽密度と被害木の関係（馬場ら，1989）、スギが幼齢時に受けた傷

害のその後の生長に与える影響（松本ら，1986）など、針葉樹造林地における放牧牛の影響についての報告が多い。一方広葉樹天然更新木に対する肉用牛放牧の影響については、神長・柴田（1966）および柴田（1969）が報告している。さらに造林地における樹木への被害防止対策（毛利ら，1976）や、小面積のモデル混牧林を用いた樹木や下草の生産量に関する報告もある（馬場ら，1986）。樹木に対する影響は牛よりもめん羊を放牧した場合の方が大きいことから、めん羊の放牧と野生の野ウサギ、野ネズミによる針葉樹人工林への影響も調査されている（農水省林業試験場，1965a）。

これまでにあげた報告はすべて植物側からのアプローチであり、実際に家畜を放牧した場合において、家畜側から検討したものは少ない。家畜側から検討を行った報告は、ササ類に関してではなく、林内の草本や樹葉に対する家畜の嗜好性や採食植物種についてのものが多い。林内の植物に対する家畜の嗜好性については、肉用牛（宇都宮，1973）および乳用牛（神長ら，1965）、めん羊（神長ら，1959）、馬（杉野，1921；鈴木，1940）を用いてそれぞれ行われており、また肉用牛とめん羊とで比較もされている（高畑・柴田，1983）。これらを岡野・岩元（1989）が総説としてまとめ、家畜種間で比較しており、採食種の範囲は馬が牛やめん羊などの反芻家畜よりも狭いと報告している。

林間放牧地内のササ類の植生変化に影響する放牧家畜側

の要因としては、採食時間などの維持行動（三村ら, 1974）や植生型と採食利用場所との関連（中田ら, 1962）、採食利用場所の推移（松村, 1974a）および利用場所と地形的要因との関連（寒河江ら, 1986; Yasue et al., 1993）について報告されている。こうした放牧家畜の行動から、さらに放牧家畜の生産という観点まで結び付けた研究としては、人工林における黒毛和種子牛（川崎・寒河江, 1986）やホルスタイン育成牛（佐藤, 1983; 高畑ら, 1983）、広葉樹薪炭林におけるめん羊（農水省林業試験場, 1965b）の増体量について報告されている。しかしこれらは牧草放牧地との併用もしくはササ類以外の植物が優占する林内での放牧であり、ササ類を評価したものではない。ミヤコザサを唯一の飼料として周年林間放牧したアングロノルマン雑種育成馬の体重は冬季に緩慢な増加もしくは減少すると報告されており（大原, 1948）、冬季林間放牧した北海道和種育成馬についても同様の傾向がある（Kawai et al., 1997）。

林間放牧地における肉用牛の生産に関する研究では、増体量だけではなく、摘み取り法による採食量（中田ら, 1963）やクロモーゲン法による養分摂取量（山谷ら, 1976）についても報告はされている。どちらの報告においても放牧牛の増体は季節間で異なり、特に秋季には体重を維持することが出来なかったとしている。一方で両報告は肉用牛の林間放牧であるため、冬季放牧は行われておらず、さらには補助飼料を給与している場合もある。

これらの研究結果は、「肉用牛生産における野草地利用の展望」（農水省草地試験場，1982；1983）、「人工林地の畜産的利用計画」（北海道開発局，1983）、「ササ地における天然林施業」（日本林業技術協会，1984）、「混牧林利用指針」（北海道農務部，1985）などの資料として取りまとめられている。しかし、林間放牧地におけるササ類の飼料価値や放牧家畜の採食量といった栄養学的観点からの記述は少なく、評価は不十分である。

以上より、北海道和種馬の飼料資源としてミヤコザサをとらえた場合の、その栄養価や採食量といった栄養学的な観点からの研究蓄積はほとんどなく、不明な部分が多い。したがって、まずこうした林間放牧地におけるミヤコザサの採食量や消化率、栄養価について試験を行うべきものと考えられる。

I - 2 - 2. 馬の採食量および消化率に関する研究

馬の採食量や消化率に関する研究は、これまで *Tiestall* や代謝檻などを用いて行われてきている。一般に馬の採食量は反芻家畜よりも多いとされているが、舎飼による馬の採食量は体重当たりで2.5%を越えることはなく、また代謝体重当たりでは去勢馬、妊娠馬、泌乳馬でそれぞれ75~115、85~97、155~188gDMである（Gudmundsson and Dyrmondsson, 1994）。アルファルファ（*Medicago*

sativa)、チモシー (*Phleum pratense*)、オーチャードグラス (*Dactylis glomerata*)、ケンタッキーブルーグラス (*Poa Pratensis*)、リードカナリーグラス (*Phalaris arundinacea*)、その他各種乾草のみを給与した試験 (Haenlein et al., 1966; Darlington and Hershberger, 1968; Fonnesbeck, 1968; Martin-Rosset and Dulphy, 1987; Cymbaluk, 1990; Maeta et al., 1992) や乾草と濃厚飼料を併給した試験 (Cymbaluk et al., 1989a; 1989b; Martin-Rosset et al., 1990) においても自由採食量はほぼこの範囲に入っており、舎飼時の馬の採食量についての研究蓄積は多い。

National Research Council(NRC)(1989)では養分要求量に影響する要因として体重、繁殖期、妊娠、運動、成長をあげているが、この中で特に放牧地において把握しにくいのが運動量である。NRC(1989)においても運動量の基準を軽役、中役、重役といった3段階に分けているにとどまっている。また舎飼時における採食量測定においても「毎日充分運動させた」(Schurg et al., 1977)、「4~6時間の運動」(Pagan et al., 1984)、「1週間に一度15分間歩かせる」(Laut et al., 1985)など様々であり、また運動の種類によってもそれぞれの比較が困難である。加世田ら(1986)は心拍数からエネルギー消費量を推定し、自然放牧地における御崎馬の養分要求量を一般馬の軽役~中役時、あるいは泌乳中に相当するとしている。しかし Carson and

Wood-Gush(1983)は、採食量は必ずしも要求量とは一致せず、放牧地の面積や地形、気温や天候などの気象条件、飼料の質や量によっても影響を受けるとしている。またFree-rangeにおける馬は、飼料の欠乏する冬季間に備えて夏季に体脂肪を蓄積するともいわれており(Gudmundsson and Dyrmunsson, 1994)、季節による採食量の変化も考慮すべきであろう。放牧地においては、これらの影響をすべて受けるものと考えられ、採食量は舎飼時とは当然異なるであろう。しかし、放牧地における採食量の測定については、方法的に困難なこともあり、自然草地において刈り取り前後差法と摘み取り法(黒木・池田, 1974)およびクロモーゲン法(加世田ら, 1983)によって測定した御崎馬の採食量と、摘み取り法により測定した林間放牧地における重種馬のミヤコザサ採食量(大原, 1948)について報告があるのみである。

一方馬の消化率は、一般に反芻家畜よりも低いことが報告されており(Haenlein et al., 1966; Hintz, 1969; Koller et al., 1978; Vander Noot and Gilbreath, 1970)、飼料の消化管内滞留時間(Uden et al., 1982)や消化管内内容物の化学成分および微生物数(Kern et al., 1974)についても家畜種間の比較という形で報告されている。Maeta et al.(1992)は、特に乾草の質の低下による消化率の低下が、反芻動物であるめん羊に比べて馬の方が大きいことを報告している。しかし同じ単胃動物と比較すると、家兎よ

りも繊維やエネルギー消化率が高く、またブタとは繊維消化率が同程度であるが粗タンパク質消化率は高いことが報告されており (Schurg et al., 1977; Slade and Hintz, 1969; Uden and Van Soest, 1982)、粗飼料の消化能力は単胃動物の中では高いと評価できるだろう。こうした舎飼時の馬の消化率は、それぞれの試験において飼料給与方法が異なり、不断給与の場合と制限給与の場合がある。また制限給与の場合でも、給与量を体重の2%とした報告や、自由採食量の90%、あるいはNRCにおける維持要求量とするなど、それぞれの試験で給与基準が異なっている。

Martin-Rosset and Dulphy (1987) は自然草地から刈り取って調製した乾草を馬に給与し、乾草のみでも濃厚飼料との併給でも、採食量の違いが消化率に影響しないと報告している。またアルファルファ飼料の形態の違いは採食量に影響を及ぼすが、採食量の違いは消化率には影響しないと報告されている (Todd et al., 1995a; 1995b)。しかし Cymbaluk et al. (1989b) は、アルファルファ乾草や麦稈と濃厚飼料を併給した場合、制限給与時よりも採食量の多い不断給与時の方がエネルギー消化率で10%、粗タンパク質消化率で5%程度高いと報告している。一方消化管内通過速度が速くなると消化率が低下することが知られており (Gudmundsson and Dymundsson, 1994)、採食量が多い場合には通過速度が速く、消化率は低下することもあると考えられる。このように採食量の違いが消化率に及ぼす影響につい

ては一定の見解が得られておらず、放牧地における採食量の変化により、消化率も変化する可能性がある。したがって、舎飼時に測定した消化率をそのまま放牧地における消化率とみなすことはできない。

大原(1948)は、ミヤコザサの摘み取りならびに全糞採取により重種馬のミヤコザサ消化率を推定しているが、放牧地における馬の消化率については、採食量についてと同様詳細な研究はほとんどない。御崎馬については黒木ら(1975)が採食草および樹種の化学成分を測定しているのみであり、アメリカのFeral horseについては採食種の調査(Hansen, 1976; Krysl et al., 1984)および採食種の粗タンパク質および繊維成分含量(McInnis and Vavra, 1987)、糞中の粗タンパク質および繊維成分含量(Salter and Hudson, 1979)の測定が行われているのみである。

このように、放牧地における馬の採食量および消化率についてはほとんど研究蓄積がなく、放牧地において採食量および消化率を測定し、それらに影響する諸要因との関係についても検討すべきと考えられる。

I - 2 - 3. 放牧地における馬の利用場所に関する研究

放牧により家畜を飼養する場合、家畜の体重変化や健康状態だけでなく、放牧地の植生および地形の持続性について考える必要がある。すなわち永続的・安定的に利用でき

るような放牧地の植生管理を行わねばならない。

サラブレッド種育成馬3頭を放牧した場合、放牧地面積が1.5ha以上になると利用が不均一になることが報告されており（楠瀬ら,1985）、Range放牧や林間放牧といった広大な面積、さらには不均一な地形および植生の放牧地に多頭数を放牧する場合には、当然放牧地内で利用頻度が大きく異なると考えられる。特にササ類を利用した林間放牧の場合、こうした利用の不均一性が植生の不均一性を招き、さらには裸地化により森林の持つ機能の損失につながる可能性もある。したがって、馬による空間的あるいは時間的な放牧地利用の実態を把握し、極端に過放牧となる場所を作らないような効率的利用のための放牧方法の確立も必要となるだろう。

Carson and Wood-Gush(1983)は、馬の採食行動に影響する要因を外的要因と内的要因とに分け、外的要因として天候、季節、管理方法、飼料の嗜好性や量および消化率、糞の存在、社会的要因、牧区面積など、内的要因として年齢、性、個体毎の経験や選択能力、養分要求量、バイトサイズや咀嚼回数、空腹の程度や物理的充満度などをあげている。Free-rangeにおける馬の利用場所については、イギリスのNew Forest Pony (Putman et al.,1987)やフランスのCamargue horse (Duncan,1983)、アメリカのFeral horse (Ganskopp and Vavra,1986; Miller,1983a; 1983b; Salter and Hudson,1980)などで観察されており、植生や

地形、水場との関係が強く、また季節によって影響する要因が異なると報告されている。すなわち夏季には飼料となる草種の豊富な場所および水場周辺、冬季には庇蔭地として利用できる地形の存在する場所を頻繁に利用する。McCort(1984)は、なかでも飼料の現存量および質、それらの季節変化がFeral horseの活動範囲やその中での移動に最も影響を及ぼす要因であると総説の中で述べている。また、御崎馬の行動域は夏季よりも冬季の方が広がること(加世田ら, 1986)、冬季林間放牧地における北海道和種馬の活動域は積雪量によって異なるが、利用場所は牧区内作業道および外柵付近に集中する傾向があること(Yasue et al., 1993)も報告されている。

放牧地における馬の利用場所についての報告は牛に比べてはるかに少なく、さらに林間放牧地においてはほとんどない。Rangeに比べて牧区面積が小さく放牧時間も短い林間放牧地では、馬による利用がRangeとは異なると考えられるが、林間放牧地の特徴としてあげられる斜度などの地形要因と立木の影響、さらには冬季放牧における特徴として積雪量の影響に着目し、利用場所との関連について検討すべきと考えられる。

第 II 章 ミヤコザサ葉部および地上部重量、化学成分含量 の季節変化（試験 1）

II - 1. 目的

北海道においては、特に太平洋沿岸の寡雪地帯に多く分布しているミヤコザサを利用した、冬季もふくめた北海道和種馬の林間放牧が伝統的に行われてきている。ミヤコザサはクマイザサやチシマザサなど中型・大型のササ類に比べて家畜の嗜好性がよいとされており（大原，1948）、夏季および秋季に刈り取ったミヤコザサ葉部の粗タンパク質含量および北海道和種馬の粗タンパク質消化率は高く、栄養価が高い（Kawai et al., 1995）。しかし、年間を通した化学成分の変化についてはほとんど報告されていない。また、ササ類は過度の放牧利用によって衰退しやすいことが知られており（岩田ら，1974）、永続的な放牧利用を考えた場合、ミヤコザサの生育環を明らかにし、どの生育段階にどのような放牧利用をするかが重要となる。

本章では、北海道和種馬放牧利用地と、これまで放牧利用されておらずミヤコザサが自然状態である非放牧利用地でミヤコザサの葉部および地上部重量、化学成分およびエネルギー含量を比較し、それらの季節変化についても検討した（試験 1-1）。また、化学成分およびエネルギー含量についてはクマイザサ（試験 1-2）および草本・樹葉（試

験 1-3) と比較した。

II - 2. 材料および方法

① 試験地の概要

調査は本学附属牧場の林間放牧地、附属牧場の北西部に隣接する北海道有林浦河経営区および本学附属苫小牧演習林において行った。本牧場は日高山脈の西側山麓、標高 110~360m に位置する。地形は静内川河畔の河岸段丘上を流れるケパウ川を中心とした小扇状地であり、土質は概ね火山性土壌である。年平均気温は 7℃、雨量は 1200mm であり、積雪期間は約 100 日程度で、積雪量は最大でも 50cm 程度である。総面積 466ha のうち、約 70% (327ha) が林間放牧地であり、林床植物としてはミヤコザサが優占している。

苫小牧演習林は工業都市苫小牧の市街地の北側に隣接し、年平均気温は 6℃、雨量は 1200mm、また最大積雪量は 40cm 程度である。支笏、樽前火山群由来の火山灰からなる平坦な台地上にあり、標高は 5~95m である。

植生調査は本学附属牧場第 6 林間放牧地（以下附属牧場）、北海道有林浦河経営区第 172 および 174 林班（以下道有林）、本学附属苫小牧演習林第 414 および 419 林班（以下苫小牧演習林）において行った。苫小牧演習林および道有林は試験開始まで放牧利用されたことがなく、ミヤコザサはほぼ自然状態であったが、附属牧場は毎年 1 月に 10 日間程度、40

～60頭の北海道和種馬の放牧に用いていた。附属牧場の調査地点には、1994年の放牧後プロテクトケージを設置し、それ以降は採食させなかった。

苫小牧演習林および附属牧場はいずれも過去に間伐を行ったことのある天然更新林であり、その主な構成樹種はアオダモ (*Fraxinus lanuginosa*)、ツリバナ (*Euonymus oxyphyllus*)、ヤマモミジ (*Acer palmatum*)、サワシバ (*Carpinus cordata*) などの広葉樹であった。道有林はトドマツ (*Abies sachalinensis Masters*) を造林した採種場であった。

② ミヤコザサ葉部および地上部重量、化学成分含量

1994年5月から1995年4月まで毎月一回、ミヤコザサ植生調査を行った。調査は附属牧場において9カ所、道有林および苫小牧演習林において4カ所で行い、1×1mのコドラート内のミヤコザサを当年生と越年生に分けて地際より刈り取り、葉部と稈部に分けて重量を測定した。また、11月から3月の植生調査時には、調査地点の積雪量も測定した。

葉部、稈部ともに一部を60℃で72時間通風乾燥後、1mmの篩を通過するように粉碎し、分析に供した。葉部は乾物(DM)、有機物(OM)、粗タンパク質(CP)、中性デタージェント繊維(NDF)、エネルギー(GE)含量について、稈部はDM含量についてのみ測定した。DM、OM、CP含量は常法により(AOAC, 1980)、NDF含量はVan Soest(1963)の方

法により測定した。GE含量は熱研式ボンブカロリメーター（CA-3型、島津製作所製）を用いて測定した。

③クマイザサおよび草本・樹葉の化学成分含量

クマイザサは毎月一回、ミヤコザサ植生調査と同時に苫小牧演習林第419林班において葉部のみを刈り取った。また、同演習林第335林班において、優占する草本・樹葉を各10種ずつ、6月と8月に種別に刈り取った。クマイザサ葉部、草本・樹葉ともにミヤコザサ葉部と同様の処理を行い、化学成分分析に供した。

II - 3. 結果および考察

①冬期間の積雪量

表1に冬期間における植生調査時の積雪量を示した。どの調査地点においても11月より積雪が観測されたが、最大積雪量は50cm未満であった。附属牧場および道有林においては1月に積雪量が20cm以上となり、1月および2月の約2カ月間ミヤコザサ葉部も積雪下であったのに対し、苫小牧演習林における1月の積雪量は8cmと少なく、2月のみミヤコザサ葉部は完全に積雪下であった。また、3月にはどの調査地点においても再び葉部が雪面より上に現れ、4月の調査時において積雪はなかった。

Table 1. Snow depth at the spot of vegetational surveys of *Sasa nipponica*(Exp.1-1)

Month	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
			cm		
Livestock Farm	1	7	20	48	7
Hokkaido Prefectural Forest	1	4	27	46	10
Tomakomai Experimental Forest	5	7	8	44	0

② ミヤコザサ葉部および地上部乾物重量

図1に葉部および地上部乾物重量の季節変化を示した。どの調査地点においても、当年生ミヤコザサは5月に針葉が地上に出現し、6月に開葉した。また葉部、地上部、地上部と葉部の差で表される稈部重量ともに、8月から9月までの増加が大きかった。その後、附属牧場および道有林においては翌年4月までの秋から冬期間、葉部、地上部重量ともにほぼ一定で推移した。よって葉部、稈部ともに成長は9月でほぼ終了し、その後は地下茎への栄養蓄積の段階に移行すると考えられた。一方苫小牧演習林においては12月まで葉部と地上部重量が平行して成長しており、稈部の成長は9月で終了するが、葉部は12月までゆるやかに成長を続けると考えられた。

越年生ミヤコザサ重量は5月以降9月から10月にかけて減少し、積雪期は当年生ミヤコザサと同様ほぼ一定に保たれ、翌年5月には越年生ミヤコザサが消失した。県・鎌田(1979)は長野県での植生調査により、ミヤコザサ地上部の寿命を地上に稈部が現れてから平均18~20カ月としているが、北海道においては積雪によって冬期間も保存されるため、最大で約24カ月と若干長いことが示された。

表2に、当年生ミヤコザサ地上部の成長が完了した時点での乾物重量として、1m²当たりの地上部、葉部、稈部乾物重量の最大値を示した。苫小牧演習林におけるミヤコザサ地上部重量は最も少なく、道有林の約4分の1であり、葉

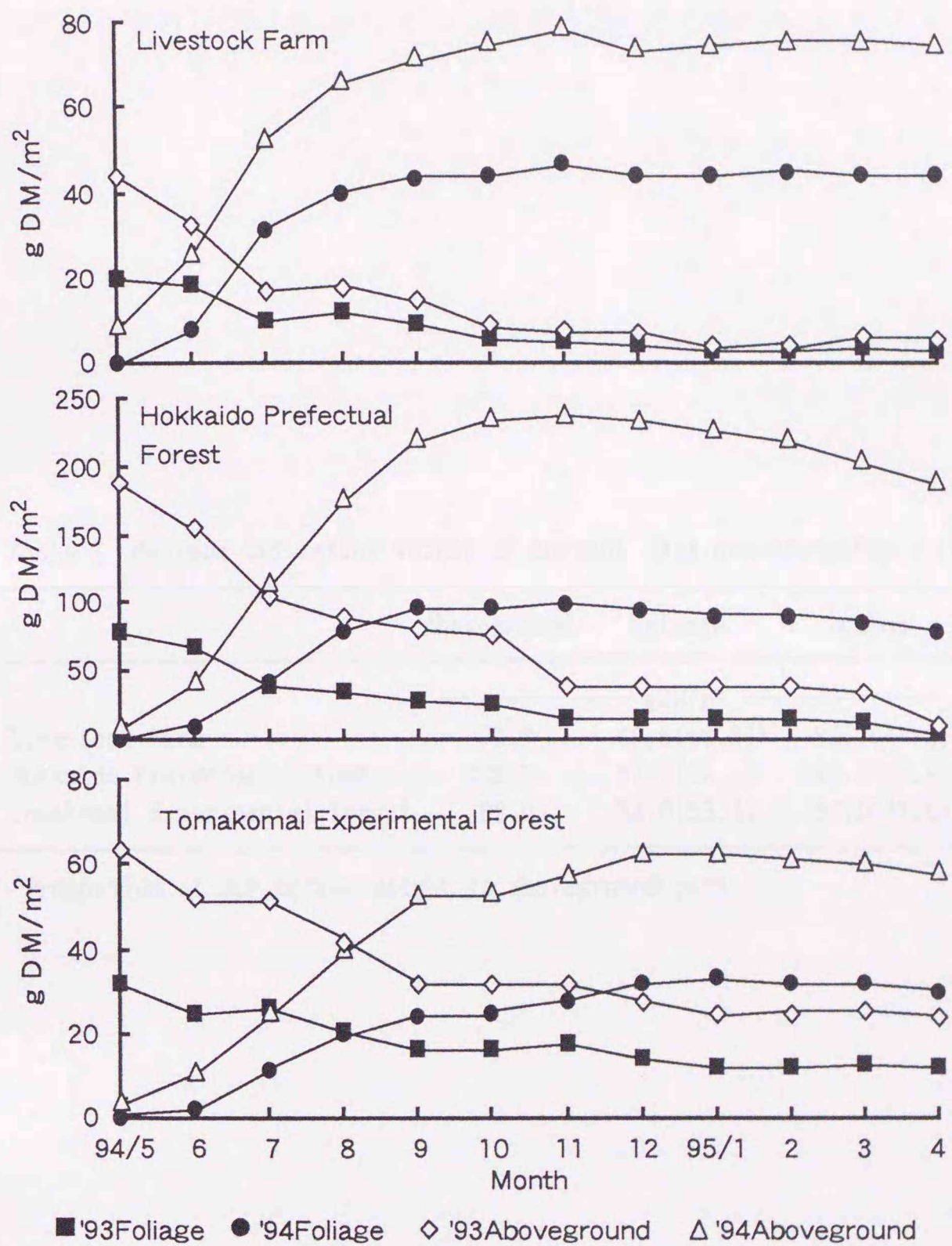


Figure 1. Seasonal change of dry matter weight of *Sasa nipponica* foliage and aboveground(Exp.1-1)

Table 2. Maximum dry matter weight of current *Sasa nipponica*(Exp.1-1)

	Aboveground	Foliage	culum
	gDM/m ²		
Livestock Farm	79.3	46.6(58.8)*	32.7(41.2)
Hokkaido Prefectural Forest	238.2	97.9(41.1)	140.3(58.9)
Tomakomai Experimental Forest	63.0	33.0(52.4)	30.0(47.6)

*Proportion of dry matter weight to aboveground part

部重量も約3分の1であった。附属牧場における地上部重量は道有林の3分の1、葉部重量は半分以下であり、これは附属牧場のミヤコザサが数十年間毎年放牧利用されているため矮小化した結果と考えられる。

県・鎌田(1979)は長野県の赤松伐採跡地においてミヤコザサの植生調査を行い、当年生葉部および地上部重量は8月で最大となり、それぞれ300、692gDM/m²と報告している。また秋山ら(1977a)は福島県の落葉広葉樹林内において同様の調査を行っており、9~10月にそれぞれ277~322、543~594gDM/m²と報告している。岩元(1977)は栃木県のカラマツ林内と伐採跡の無立木地とで比較しており、林内の当年生葉部および地上部重量が9月で227、476gDM/m²であるのに対し、無立木地では342、841gDM/m²とそれぞれ林内の約1.5、1.8倍であると報告している。本試験において葉部および地上部重量がもっとも多かった道有林においても、それぞれ98、238gDM/m²であり、これらの報告の約2分の1から3分の1であった。ミヤコザサの成長や形態には日長やその他の気象条件も影響するが(県ら, 1979)、県・鎌田(1979)、秋山ら(1977a)、岩元(1977)の調査地はそれぞれ標高が1000、800、1795mと高いことや、土壌条件なども関係しているのかもしれない。

平吉ら(1969a)は、地上部重量に占める葉部重量の割合の増加をクマイザサの生存に対する危険信号の指標としている。本学附属牧場に隣接し、放牧利用されていない道有

林のミヤコザサの葉部重量割合が41%であるのに対し、附属牧場では59%と大きく、これまでの放牧方法がミヤコザサ植生にとって過度な放牧圧であったことを示している。一方、放牧利用していないにもかかわらず現存量の少なかった苫小牧演習林の葉部重量割合も、50%以上と大きいものであった。これはパッチ状にしか存在しない苫小牧演習林のミヤコザサの特性を示したものであり、土壌条件や樹冠部のうっ閉度、積雪量などの気象条件が関係しているものである。

③ ミヤコザサ葉部の飼料成分含量

図2-a、b、cにそれぞれ附属牧場、道有林、苫小牧演習林におけるミヤコザサ葉部のOM、CP、NDF、GE含量の季節変化を示した。すべての調査値において各化学成分およびエネルギー含量の季節変化は同様であったが、苫小牧演習林において春季から夏季にかけてのNDF含量が高く、また附属牧場においてCP含量が低い傾向があった。苫小牧演習林、附属牧場、道有林すべてにおいて、当年生葉部のOM、NDF、GE含量は11月まで緩やかに減少し、その後の積雪期間中はほぼ一定で推移した。また、OM含量に占めるNDF含量の割合を算出すると、9月まではわずかに増加し、その後はほぼ一定で推移した。一方当年生葉部のCP含量は、どの調査地においても6月にもっとも高い値を示したが、7月以降翌年の4月まではほぼ一定で推移した。

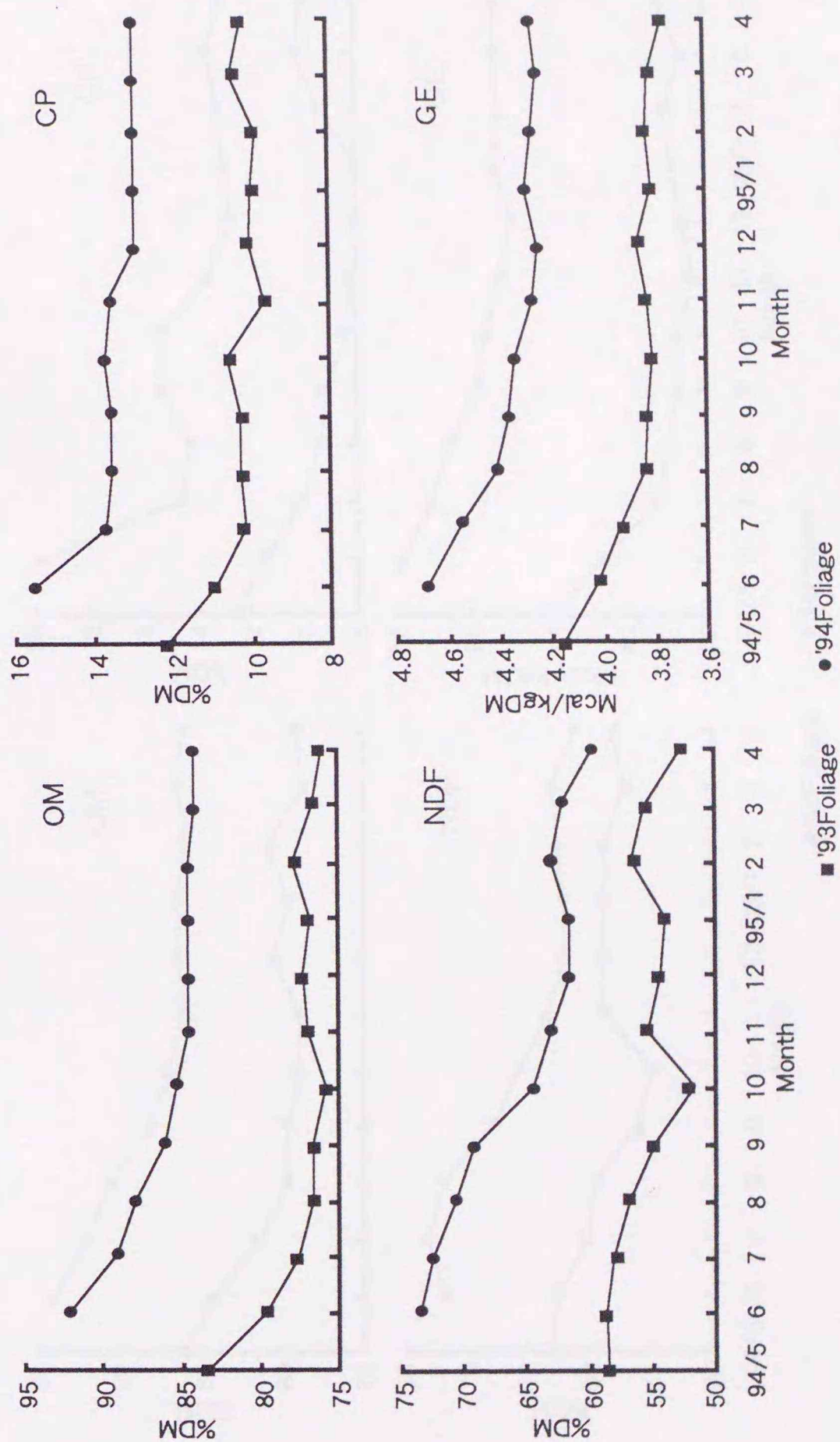


Figure 2-a. Seasonal change of OM, CP, NDF and GE contents of *Sasa nipponica* foliage on Livestock Farm(Exp.1-1)

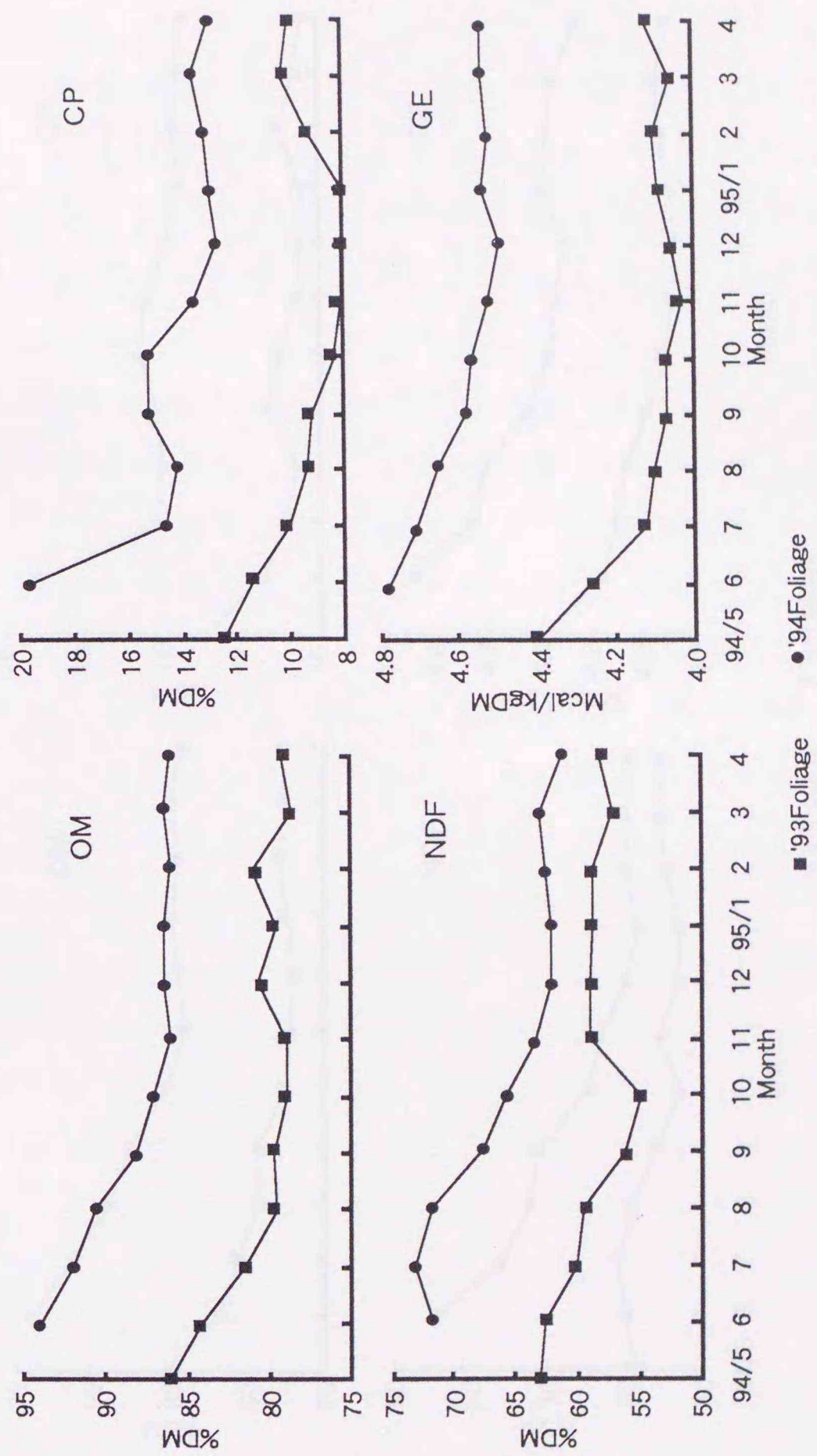


Figure 2-b. Seasonal change of OM, CP, NDF and GE contents of *Sasa nipponica* foliage on Hokkaido Prefectural Forest(Exp.1-1)

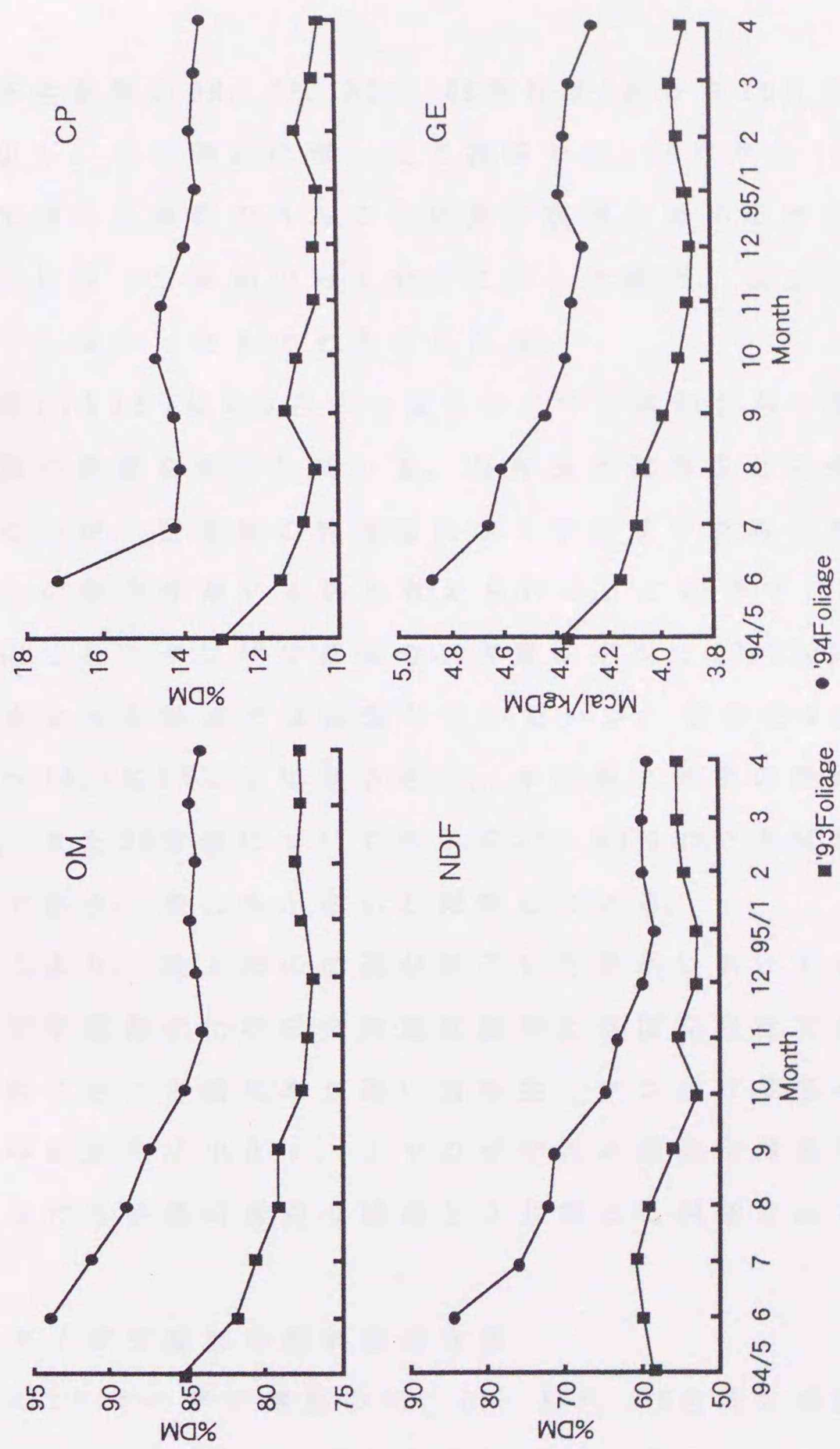


Figure 2-c. Seasonal change of OM, CP, NDF and GE contents of *Sasa nipponica* foliage on Tomakomai Experimental Forest(Exp.1-1)

越年生葉部のOM、CP、NDF、GE含量は8月から10月にかけて減少し、その後はほぼ一定で推移した。8月から10月にかけて越年生葉部のうちの枯死葉が脱落し始めるため、枯死せずに残った葉部のみを分析に供した結果、各成分含量が低下しなかったものと考えられる。

大原(1948)は2カ月に一度ミヤコザサ葉部を刈り取り、化学成分含量を測定している。当年生と越年生とに分けてはいないが、重種馬の放牧地内のミヤコザサであるため、当年生の割合が高いものと考えられる。この中で、6月に刈り取ったミヤコザサ葉部のCP含量は平均で17.5% DM、その後定まった地点では採取していないが、翌年の4月まで13.0~14.7% DMと変化は小さく、本試験と同様の結果であった。またOM含量についても平均85~90% DMで本試験と同程度であり、変化も小さいと報告している。

以上より、地上部の成長が完了した冬季においても、ミヤコザサ葉部の化学成分含量は夏季とほぼ同程度であった。特に馬において消化率が高い当年生ミヤコザサ葉部のCP含量の季節変化は小さく、ミヤコザサは北海道和種馬林間放牧における冬季の有用な飼料となり得ると判断される。

④クマイザサ葉部の飼料成分含量

図3にクマイザサ葉部のOM、CP、NDF、GE含量の季節変化を示した。クマイザサ葉部の各化学成分含量は、当年生、越年生ともにミヤコザサとほぼ同程度であり、特に当年生

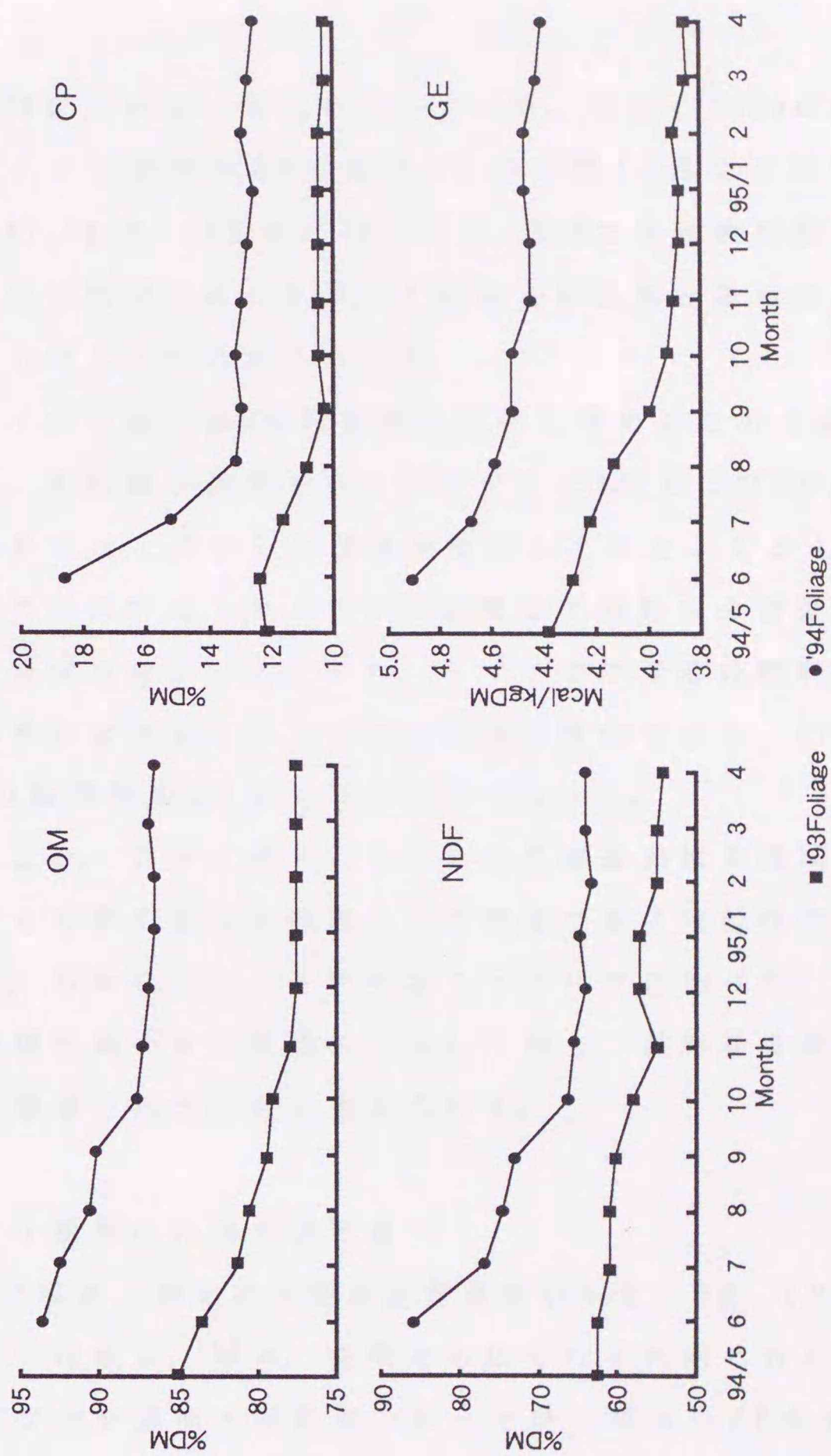


Figure 3. Seasonal change of OM, CP, NDF and GE contents of *Sasa senanensis* foliage(Exp.1-2)

葉部のCP含量が高い特徴を有していた。大原(1948)が示したクマイザサ葉部のOM含量は7月および11月でそれぞれ90.2、87.9%DM、CP含量は16.5、11.3%DMで本試験の結果より若干低い傾向があったが、これは当年生葉と越年生葉が混在しているためと考えられる。

クマイザサ葉部は3年目以降に枯死し始めるため(松井, 1963)、本試験の越年生クマイザサには1年および2年、あるいはそれ以上越年した葉部が混在していた。しかし1年の越年で枯死するミヤコザサと比較して飼料成分含量が低くなる傾向はなかった。また、クマイザサ葉部の飼料成分含量の季節変化もミヤコザサと同様の傾向を示し、CP含量は8月以降翌年の4月までほぼ一定であった。

以上より、クマイザサについても北海道和種馬林間放牧における冬季の有用な飼料として利用できる可能性が示唆された。しかし、クマイザサはミヤコザサに比べて、主に比較的積雪量の多い地域に分布しており、積雪量を考慮した放牧管理方法が必要と考えられる。

⑤ 草本・樹葉の化学成分含量

表3に草本・樹葉の化学成分含量を示した。OM、CP、GE含量の平均値は、草本、樹葉ともにそれぞれ同じ月の当年生ミヤコザサ葉部と同程度であったが、草本のCP含量は8月において6月よりも低かった($P<0.05$)。NDF含量は種毎のばらつきが大きかったが、平均値は当年生および越年生ミ

Table 3. Chemical compositions of herbs and foliages of trees(Exp.1-3)

Herb	OM		CP		NDF		GE	
	Jun.	Aug.	Jun.	Aug.	Jun.	Aug.	Jun.	Aug.
	%DM							
<i>Cacalia hastata v.orientalis</i>	85.7	86.5	21.2	15.4	39.8	44.1	4.45	4.49
<i>Cardiocrinum Glehni</i>	91.7	90.6	12.0	13.7	43.1	40.5	4.38	4.75
<i>Carex aphanolepis</i>	91.1	86.5	16.3	14.3	62.4	61.3	4.55	4.29
<i>Carex sachalinensis v.alterniflora</i>	94.0	91.7	15.1	13.1	65.2	68.2	4.60	4.49
<i>Carex siderosticta</i>	89.4	86.7	23.1	15.0	56.2	56.4	4.15	4.35
<i>Desmodium fallax v.mandshuricum</i>	91.7	91.9	26.9	22.3	48.8	62.4	4.68	4.89
<i>Diarrhena japonica</i>	92.2	89.8	18.7	14.9	66.2	67.2	4.61	4.47
<i>Disporum smilacinum</i>	92.6	89.9	15.8	15.0	46.7	40.7	4.54	4.67
<i>Maianthemum dilatatum</i>	94.0	92.6	10.7	11.1	18.2	42.5	4.37	4.77
<i>Phryma leptostachya v.asiatica</i>	90.1	86.1	21.8	16.5	45.9	47.7	4.60	4.50
<i>Sanicula elata v.chinensis</i>	85.4	85.4	18.7	14.3	38.4	46.5	4.48	4.38
<i>Senecio cannabifolius</i>	86.4	86.0	19.7	17.9	45.3	40.2	4.27	4.47
<i>Solidago Virga-aurea</i>	87.9	88.0	17.4	13.7	39.4	43.3	4.37	4.35
Mean±SD	90.2±2.9	88.6±2.5	18.3±4.3 ^a	15.2±2.6 ^b	47.4±12.6	50.8±10.3	4.5±0.2	4.5±0.2
Foliage								
<i>Acer mono</i>	94.4	92.7	14.3	14.2	42.1	43.0	4.79	4.73
<i>Acer palmatum v.matsumurae</i>	94.4	93.0	13.5	14.0	45.7	45.8	4.54	4.53
<i>Carpinus cordata</i>	93.8	92.6	16.6	15.7	50.3	54.6	4.58	4.71
<i>Fraxinus lanuginosa</i>	92.5	93.7	16.7	14.0	53.4	57.5	4.71	4.89
<i>Hydrangea paniculata</i>	91.2	87.1	18.9	16.6	33.7	35.2	4.63	4.46
<i>Magnolia obovata</i>	92.3	91.1	19.2	15.5	58.2	57.4	4.87	4.89
<i>Quercus crispula</i>	94.7	94.6	19.9	17.5	45.8	44.7	4.71	4.90
<i>Rhus trichocarpa</i>	94.1	93.9	21.7	15.2	40.8	38.6	4.82	4.75
<i>Sorbus alnifolia</i>	92.6	92.0	14.2	11.9	48.4	47.7	4.60	4.69
<i>Tilia japonica</i>	92.3	90.7	18.3	17.5	47.1	45.8	4.72	4.76
Mean±SD	93.2±1.1	92.1±2.0	17.3±2.6	15.2±1.7	46.6±6.5	47.0±7.1	4.7±0.1	4.7±0.1

^{a b} P<0.05

ヤコザサ葉部よりも低い傾向があった。

草本および樹葉には放牧家畜が採食する種と採食しない種が存在し、岡野・岩元(1989)は総説の中で、馬が採食する種は林内に存在する草本植物の65%、木本植物の52%としている。また、季節によっても採食種は変化することから、草本・樹葉を飼料とした北海道和種馬の林間放牧においては、季節毎の採食種の把握とその栄養価について明確にする必要がある。

II - 4. 小括

1. 当年生ミヤコザサ地上部の成長は9月でほぼ完了し、積雪期間中の葉部および地上部重量はほぼ一定であった。越年生ミヤコザサ地上部重量は10月まで緩やかに減少し、積雪期間中は一定で推移するが、翌年5月には消失した。

2. ミヤコザサ葉部の化学成分含量は季節による変動が小さく、特に当年生ミヤコザサ葉部のCP含量は、葉部が出現する6月を除き、一年を通してほぼ一定であった。また、クマイザサ葉部の化学成分含量およびその季節変化もミヤコザサとほぼ同様であった。

3. 以上の結果から、地上部の成長が完了した冬季においても、ミヤコザサ葉部の成分含量は夏季とほぼ同程度であ

った。特に馬において消化率が高いミヤコザサ葉部のCP含量は季節変化が小さく、クマイザサを含め、ササ類は北海道和種馬林間放牧における冬季の有用な飼料となり得ると考えられた。

第Ⅲ章 林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ 採食量および消化率

一般に放牧地における放牧頭数や日数は、飼料の現存量と放牧地面積、飼料の栄養価、家畜の採食量や養分要求量から設定される。北海道和種馬の林間放牧を行う場合にも、まず飼料となるミヤコザサの栄養価および北海道和種馬の採食量の把握が必要となる。しかし、これらについての報告はほとんどなく、特に放牧地における馬の採食量や消化率については、方法的に困難なこともあり不明な部分が多い。北海道和種馬については、杉本ら(1993)が舎飼時における乾草の消化率について報告しているが、放牧地における採食量や消化率、養分摂取量などについては明かではない。そこで本章では、林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量および消化率をDouble indicator法により推定し、まずサラブレッド系雑種馬と比較した。

前章において、ミヤコザサの化学成分含量は季節による変動が小さく、特にCP含量は冬季においても夏季とほぼ同程度であることから、ミヤコザサは北海道和種馬林間放牧における冬季の有用な飼料となり得るものと考察した。本章では、夏季および冬季に林間放牧地におけるミヤコザサの採食量および消化率を測定し、季節間で比較した。また夏季については牧草放牧地、冬季については乾草を給与しているドライロットにおいて同様の試験を行い、ミヤコザ

サの栄養価と比較した。さらにミヤコザサと同じササ類であるクマイザサ、夏季の飼料としては利用し得る草本および落葉樹の樹葉についても採食量と消化率を林間放牧地において測定し、ミヤコザサと比較した。

Ⅲ－１．北海道和種馬とサラブレッド系雑種馬のミヤコザサ採食量および消化率の比較（試験２）

Ⅲ－１－１．目的

小格馬は軽種馬と比較して消化能力が高い傾向があるとされている（Barth et al., 1977）。また北海道和種馬は寒さに強く、粗食に耐え得るといわれているが、実際に採食量や消化率を比較し、検討した報告はない。そこで、林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量および消化率をDouble indicator法により推定し、サラブレッド系雑種馬のそれと比較した。

Ⅲ－１－２．材料および方法

①供試放牧地および供試動物

試験は1997年9月22日から10月14日に、本学附属牧場内の第10林間放牧地で行った。本放牧地は面積10.5ha、放牧地内の標高が230～320mであり、附属牧場内の林間放牧地

の中では比較的傾斜の緩やかな放牧地であった。供試動物は本学附属牧場で周年屋外飼育している北海道和種成雌馬8頭とその年に生まれた子馬3頭、サラブレッド系雑種成雌馬3頭であり、試験期間中供試放牧地に終日放牧した。供試した北海道和種馬およびサラブレッド系雑種馬は、いずれも本学附属牧場で生産され、同様の管理方法により飼育されていた。すなわち2月～5月はドライロットにおいて乾草を給与し、6～10月はオーチャードグラス主体の牧草放牧地、11月～1月は落葉広葉樹主体で林床植物としてミヤコザサが優占する林間放牧地に終日放牧していた。

② 採食量および消化率

供試馬群のうち、子馬を持たない北海道和種成雌馬3頭（以下和種馬）およびサラブレッド系雑種成雌馬3頭（以下サラ系馬）に酸化クロム含有ペレット（脱脂米ヌカ：フスマ：酸化クロム＝6：3：1）を放牧開始日から毎日、朝夕2回に分けて、1日量の半量ずつ給与した。酸化クロム含有ペレット給与量は、和種馬が100g/日/頭、サラ系馬が150g/日/頭とした。

試験開始6日目（9月27日）に和種馬2頭およびサラ系馬1頭、8日目（9月29日）に和種馬1頭およびサラ系馬2頭について24時間、排糞直後の糞を採取し、酸化クロムと酸不溶性灰分（AIA）を用いたDouble indicator法により採食量および消化率を推定した。酸化クロムおよびAIAの回収率は、ミ

ヤコザサ葉部を北海道和種成雌馬および育成雌馬に刈り取り給与し、全糞採取して測定した値を用い、それぞれ100および90%とした（河合ら, 1996）。林間放牧地において糞採取した供試馬の試験開始時月齢および体重を、表4に示した。

③ 成分分析

糞採取前日に、供試放牧地内の23カ所においてミヤコザサ葉部を刈り取り、同量ずつ混合して飼料成分分析用試料とした。糞およびミヤコザサ試料は60℃で72時間以上通風乾燥後、1mmの篩を通過するように粉碎し分析に供した。DM、OM、CP、NDF、GE含量の測定方法は第II章と同様であった。粗脂肪（EE）含量はAOAC(1980)に従い、酸性デタージェント繊維（ADF）含量はVan Soest(1963)の方法により測定した。酸化クロム含有ペレットおよび糞の酸化クロム含量はリン酸カリ試薬法（森本, 1971）、ミヤコザサおよび糞のAIA含量は2N-塩酸処理法（Van Keulen and Young, 1977）により測定した。

④ 行動観察

糞採取した和種馬3頭、サラ系馬3頭について、糞採取と同時に24時間連続の行動観察を行い、行動形を採食、休息、その他に分けて1分間隔で記録した。また、供試放牧地の地図上に移動経路を記録し、そこから移動距離を測定した。

Table 4. Age and body weight of the experimental horses at the start of experiment(Exp.2)

	Birth day	Age(mo)	Body weight
Hokkaido native horse			kg
U Z	May 15,' 77	244	362
MM Z	May 7,' 86	136	379
J D	May 20,' 87	124	372
Mean $\pm$ SD			371.0 $\pm$ 7.0
Half-bred horse			
R U S	May 15,' 77	244	542
R O S	May 14,' 81	196	504
R J U	Apr.23,' 87	124	530
Mean $\pm$ SD			525.3 $\pm$ 15.9

さらに供試馬群の個体維持行動を行動観察を行った2日間で比較するため、子馬以外の供試馬全頭について、行動形を採食、休息、その他に分けて10分間隔で記録した。

⑤ 気象観測

行動観察中1時間に1回、電子式風速温湿度計（クリモマスター、カノマックス社製）を用いて気温、風速、相対湿度を測定した。

⑥ 体重測定

供試放牧地に放牧直前および試験終了直後、また試験期間中2回（9月30日および10月7日）、糞採取した供試馬について体重を測定した。なお、サラ系馬のうち1頭は採食量および消化率推定試験終了後、左前肢関節炎のため10月4日に供試放牧地から下牧させた。

III - 1 - 3. 結果および考察

① 放牧地の気象および供試馬の維持行動時間

糞採取中の天候および平均気温、風速、相対湿度を表5に示した。また10分間隔で供試馬群全頭について記録した行動形がそれぞれ10分間持続したものとして計算した採食および休息時間を表6に示した。1回目の行動観察中には降雨が観測されたが、平均気温、風速、相対湿度には観察日

Table 5. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection (Exp.2)

Collection date	Sep.27-28	Sep.29-30
Weather	Rain/cloud	Fine/cloud
Air temperature(°C)	14.1± 1.0	14.7± 2.6
Wind velocity(m/s)	0.50±0.28	0.52±0.33
Relative humidity(%)	88.3± 3.1	79.9±13.0

Table 6. Time spent grazing and resting, recorded at 10 minutes intervals, of Hokkaido native horses and half-bred horses during each observation(Exp.2)

Observation date	Grazing		Resting	
	Sep.27-28	Sep.29-30	Sep.27-28	Sep.29-30
Hokkaido native horse	845.0±71.2 ^b	926.3±61.4 ^{aX}	577.5±68.9	503.8±61.4 ^Y
Half-bred horse	760.0±29.4	706.7±33.0 ^Y	606.7±33.0	676.7±28.7 ^X

^{a,b} P<0.05, ^{XY} P<0.01

間に差がなかった。和種馬の採食時間は1回目の観察よりも2回目の観察で長かったが($P<0.05$)、サラ系馬の採食時間および和種馬、サラ系馬の休息時間にはそれぞれ観察日間で差がなかった。また、1回目の観察では採食時間および休息時間に和種馬とサラ系馬で統計的な差はなかったが、2回目の観察で和種馬の採食時間がサラ系馬よりも長く($P<0.01$)、休息時間はサラ系馬よりも短かった($P<0.01$)。

糞採取した3頭について1分間隔で記録した採食、休息、移動時間の平均値を表7に、移動距離を表8に示した。採食時間は和種馬において長く、逆に休息時間は和種馬において短い傾向にあった。また移動距離は和種馬において長い傾向にあった。

放牧地における馬の採食時間は1日の51~63%(734~907分)程度とされており(Mayes and Duncan, 1985)、またFree-rangeにおいては800~1000分程度と報告されている(Duncan, 1980)。本試験における和種馬およびサラ系馬の採食時間は、どちらも一般的な放牧地における馬の採食時間の範囲内であったが、Free-rangeにおける報告と比較すると、サラ系馬では短い傾向があった。また、Kondo et al.(1993)は冬季林間放牧している北海道和種馬の採食時間を940分程度と報告しており、本試験の結果はこれに比べて短い傾向があった。Carson and Wood-Gush(1983)は、馬の採食行動に影響する要因の一つとして季節をあげており、終日放牧されている馬の採食時間は冬季よりも夏季の

Table 7. Time spent grazing, resting and moving, recorded at 1 minute intervals, of Hokkaido native horses and half-bred horses(Exp.2)

	Grazing	Resting	Moving
	min/d		
Hokkaido native horse	833.3±57.9	535.0±38.2	16.2± 3.8
Half-bred horse	747.7±31.3	611.9±39.8	22.4±10.4

Table 8. Moving distance of Hokkaido native horses and half-bred horses(Exp.2)

	Total	With G*	Without G**
	km/d		
Hokkaido native horse	3.1±0.1	1.9±0.1	1.2±0.0
Half-bred horse	2.7±1.1	1.3±0.5	1.4±0.7

* Moving distance with grazing

**Moving distance without grazing

方が短くなるとする報告もある（黒木・池田, 1974; Mayes and Duncan, 1985）。よって本試験における個体維持行動時間の結果は、秋季の林間放牧地における北海道和種馬およびサラブレッド系雑種馬の一般的な値であると考えられる。

② ミヤコザサ採食量および消化率

ミヤコザサの化学成分およびエネルギー含量を表9に、和種馬およびサラ系馬の乾物採食量を表10に示した。1日あたりの和種馬の乾物採食量はサラ系馬よりも低い傾向にあったが、体重あたりではサラ系馬よりも高い傾向にあった。

各成分の消化率を表11に、和種馬およびサラ系馬に対するミヤコザサの可消化養分およびエネルギー含量を表12に示した。和種馬のDM、OM、NDF、ADF、GE消化率はそれぞれサラ系馬よりも高い傾向があった。一方CPおよびEE消化率は和種馬とサラ系馬で同程度であり、どちらにおいても特にCP消化率が高い（Kawai et al., 1995）というミヤコザサの特徴を示した。これらのことから、特に和種馬のNDFおよびADFといった繊維成分の消化能力がサラ系馬よりも高いことが示唆された。また、可消化粗タンパク質（DCP）含量は和種馬とサラ系馬で同程度であったが、可消化養分総量（TDN）および可消化エネルギー（DE）含量は和種馬においてサラ系馬よりも高い傾向があった。

Table 9. Chemical composition of *Sasa nipponica* foliage(Exp.2)

DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
%	%DM			Mcal/kgDM		
37.0	84.9	15.4	3.4	66.4	35.3	4.28

Table 10. Dry matter intake of *Sasa nipponica* in Hokkaido native horse and half-bred horse(Exp.2)

	kg/d	%BW/d
Hokkaido native horse	7.5±1.2	2.0±0.3
Half-bred horse	9.3±0.5	1.8±0.1

Table 11. Apparent digestibility of nutrients and energy of *Sasa nipponica*(Exp.2)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
	%						
Hokkaido native horse	39.2±5.4	41.6±6.0	65.9±4.1	12.7±10.0	38.6±5.5	26.4±10.1	39.4±6.5
Half-bred horse	35.4±1.3	37.1±1.3	65.1±0.9	13.3±	32.1±1.1	20.6±	35.4±1.0

Table 12. Digestible crude protein(DCP), total digestible nutrient(TDN) and digestible energy(DE) contents of *Sasa nipponica* in Hokkaido native horse and half-bred horse(Exp.2)

	DCP	TDN	DE
	Mcal/kgDM		
Hokkaido native horse	10.1±0.6	35.9±5.4	1.69±0.28
Half-bred horse	10.0±0.1	32.0±1.0	1.52±0.04

DCP、TDN、DE摂取量を表13に示した。またNRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合を表14に、試験期間中の供試馬の体重変化を表15に示した。なお9月22日～10月7日および9月22日～10月14日までのサラ系馬の体重変化は、2頭の平均値を示した。DCP、TDN、DE摂取量は、いずれも1日あたりではサラ系馬の方が和種馬より高い傾向にあったが、体重あたりでは和種馬の方がサラ系馬より高い傾向にあった。維持要求量に対するDCP摂取量の割合は、和種馬、サラ系馬ともに100%を上回っていた。和種馬のTDNおよびDE摂取量はほぼ維持要求量を満たしており、試験開始日から8日間でわずかに体重が増加し、試験期間を通して体重はほぼ維持していた。一方、サラ系馬の維持要求量に対するTDNおよびDE摂取量の割合は80%程度であり、試験期間を通して体重は減少した。

Pearson and Merrit(1991)は、ロバに比べて飼料の消化管内滞留時間が短く、消化率の低いポニーが、採食量を多くすることによって消化率の低さを補っていると考察している。本試験においては、消化率の低かったサラ系馬の採食量は体重あたりで和種馬よりも低く、可消化養分およびエネルギー摂取量も低くなり、体重を維持することはできなかった。

辻井(1985)は北海道和種馬と同じ日本在来馬である木曾馬にチモシー乾草を給与し、他の洋種系馬よりもかなり低い澱粉価および可消化養分総量で体重を維持し得ると報告

Table 13. DCP, TDN and DE intake of Hokkaido native horse and half-bred horse(Exp.2)

	DCP		TDN		DE	
	g/d	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kcal/kgBW/d
Hokkaido native horse	769.3±170.9	2.1±0.4	2.8±0.9	7.4±2.2	13.0±4.3	34.9±10.9
Half-bred horse	928.1± 65.1	1.8±0.2	3.0±0.2	5.7±0.4	14.1±1.1	26.8± 2.4

Table 14. Proportion of DCP, TDN and DE intake to maintenance requirement(NRC,1989) of Hokkaido native horse and half-bred horse(Exp.2)

	DCP	TDN	DE
	%		
Hokkaido native horse	153.1±32.0	96.7±28.9	103.4±32.4
Half-bred horse	135.5±12.1	76.2± 5.1	82.0± 7.2

Table 15. Body weight change of Hokkaido native horse and half-bred horse during experiment(Exp.2)

	Sep.22-30	Sep.22-Oct.7	Sep.22-Oct.14
Hokkaido native horse	+0.08±0.52	-0.22±0.51	-0.05±0.45
Half-bred horse	-0.17±0.31	-0.87±0.07*	-0.82±0.18*

*Mean value of two horses

している。また、Slade and Hintz(1969)はサラブレッド、クォーターホース、シェットランドポニーにアルファルファペレットを給与した場合、各成分の消化率は小格であるポニーの方が高い傾向にあることを報告しており、本試験においても同様の結果が得られた。また、Martin-Rosset et al.(1990)は重種馬と軽種馬にイネ科乾草を給与した場合、消化率には種間に差がみられなかったことを報告しており、小格馬の消化率は重種馬と比較しても高い傾向にあると考えられる。

以上のことより、馬の中でも北海道和種馬の消化能力、特に繊維成分の消化能力は高く、牧草放牧地に比べて栄養価が低いと考えられる自然草地や林間放牧地における放牧に適していることが示唆された。

Ⅲ－２．夏季および冬季林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量および消化率

Ⅲ－２－１．目的

林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量、消化率および栄養価を明らかにするため、夏季および冬季に試験を行い、季節間で比較した。また、夏季については牧草放牧地において、冬季についてはドライロットにおける乾草給与時に試験を行い、ミヤコザサと比較した。さら

にクマイザサ、草本・樹葉の採食量および消化率についても同様の試験を行い、ミヤコザサと比較した。各試験期間および採食量と消化率推定に用いた試験馬の頭数の概要を表16に示した。

Ⅲ - 2 - 2. 材料および方法

① 試験の概要

① - 1. 夏季のミヤコザサ採食量および消化率（試験3）

成雌馬についての試験（試験3-1）は、試験1に用いた苫小牧演習林第419林班において行った。林床植物としてミヤコザサが優占し、比較的平坦な場所に50×50mの牧区を3牧区設定し、そのうち1つを本試験区、2つを予備試験区として各牧区に48時間ずつ、合計6日間放牧した。供試動物は本学附属牧場で周年屋外飼育している北海道和種成雌馬3頭であり、試験開始直前に静内町の附属牧場から約3時間かけ、馬運車で運搬した。試験は1994年から1996年まで、同様の試験牧区を用いて8月に3回行った。採食量および消化率推定のための糞採取は、試験開始6日目に行った。

育成雌馬についての試験（試験3-2）は、苫小牧演習林第117林班において行った。林床植物としてミヤコザサが優占する比較的平坦な場所に150×150mの牧区を設定し、1997年7月3日から13日までの10日間放牧した。供試動物は

Table 16. Outline of each experimental period and number of experimental horses used for estimation of intake and digestibility(Exp.3, 4, 5, 6, 7, 8)

Forage	Mare		Filly	
	Period	number	Period	number
Sasa nipponica (Summer, Exp.3)	Aug.18-24,'94	3	Jul.3-13,'97	3×2
	Aug.18-24,'95	3		
	Aug.20-26,'96	3		
Sasa nipponica (Winter, Exp.4)	Nov.26-Dec.3,'95	4	Dec.1-8,'96	3
	Jan.14-21,'96	4	Jan.9-19,'97	3×2
			Jan.25-Feb.4,'97	3×2
Fresh grass (Exp.5)	Jun.12-18,'95	3	Jun.20-30,'96	3×2
	Jul.17-23,'95	3	Jul.18-28,'96	3×2
	Aug.26-Sep.1,'95	3		
	Oct.2-8,'95	3		
Grass hay(Exp.6)	Feb.28-Mar.7,'96	3	Feb.23-Mar.2,'97	3
Sasa senanensis (Exp.7)	Aug.29-Sep.3	3		
Herbs and leaves (Exp.8)			Aug.27-Sep.6,'96	3×2
			Jun.23-Jul.3,'97	3×2

附属牧場で周年屋外飼育している北海道和種育成雌馬3頭であり、成雌馬3頭、育成雌馬5頭とともに、試験開始直前に附属牧場から運搬し、11頭を1群として終日放牧した。糞採取は試験開始6日目および10日目に行った。

①-2. 冬季のミヤコザサ採食量および消化率（試験4）

成雌馬についての試験（試験4-1）は、1995年12月の積雪前に試験2で用いた附属牧場内の第10林間放牧地（以下10牧区）、積雪後1996年1月に第6林間放牧地（以下6牧区）において行った。6牧区の面積は48.1ha、放牧地内の標高は80～230mであった。供試動物は附属牧場で周年屋外飼育している北海道和種馬群49頭（北海道和種馬38頭、サラブレッド系雑種馬11頭）のうち成雌馬4頭であり、11月から1月までの約3カ月間、附属牧場内の林間放牧地に49頭を1群として終日放牧し、林床植物のミヤコザサを採食させていた。糞採取は試験牧区入牧後7日目に行った。

育成雌馬についての試験（試験4-2）は、1996年12月の積雪前に10牧区において行った。供試動物は50頭を1群として林間放牧地に終日放牧されている北海道和種馬群のうちの、育成雌馬3頭であり、糞採取は試験牧区入牧後5日目に行った。また、6牧区内に80×310mの牧区を設定し、1997年1月9日から19日までの10日間、北海道和種成雌馬4頭および育成雌馬4頭を終日放牧した。このうち育成雌馬3頭を供試し、試験牧区入牧後6日目および10日目に糞採取

した。さらに苫小牧演習林第414林班の、林床植物としてミヤコザサが優占する比較的平坦な場所に50×200mの試験牧区を設定し（以下414林班）、1997年1月25日から2月4日までの10日間、北海道和種育成雌馬5頭を終日放牧した。このうち3頭を供試し、試験開始後6日目および10日目に糞採取した。

①－3．牧草放牧地における採食量および消化率（試験5）

成雌馬についての試験（試験5-1）は、1995年6月、7月、10月に附属牧場内の第4牧草放牧地において行った。本放牧地は面積約3haのチモシー主体マメ科混播草地であった。供試動物は、6月から10月まで牧草放牧地において60頭を1群として終日放牧している北海道和種馬群のうちの成雌馬3頭であり、それぞれ試験牧区入牧後6日目に糞採取した。また、1995年8月に附属牧場内の比較的平坦な第5牧草放牧地に50×50mの牧区を3牧区設定し、そのうち1つを本試験区、2つを予備試験区として各牧区に成雌馬3頭を48時間ずつ、合計6日間放牧して試験を行った。糞採取は、試験開始後6日目に行った。

育成雌馬についての試験（試験5-2）は、附属牧場内の比較的平坦なチモシー主体マメ科混播草地である第3牧草放牧地において行った。1996年6月に50×200mの牧区を設定して成雌馬4頭および育成雌馬9頭、7月には100×100mの牧区を設定して成雌馬2頭および育成雌馬5頭をそれぞれ10

日間終日放牧した。供試動物はそれぞれ、育成雌馬3頭ずつであり、試験開始後6日目および10日目に糞採取を行った。

①－4．乾草採食量および消化率（試験6）

成雌馬についての試験（試験6-1）は、1996年3月に行った。供試動物は、2月から5月まで2.4haのドライロットにおいて65頭を1群とし、チモシー主体一番刈りロールベール乾草を給与し、自由採食させている北海道和種馬群のうちの成雌馬3頭であった。

育成雌馬についての試験（試験6-2）は、1997年3月に行った。供試動物は63頭を1群として試験6-1と同様、チモシー主体一番刈り乾草を自由採食させている和種馬群のうちの育成雌馬3頭であった。

試験6-1、6-2ともに、糞採取は酸化クロム含有ペレット給与後7日目に行った。

①－5．クマイザサ採食量および消化率（試験7）

苫小牧演習林第419林班内の、林床植物としてクマイザサが優占する比較的平坦な場所に50×50mの牧区を設定し、1997年月8日29日から9月3日までの5日間終日放牧した。供試動物は附属牧場で周年屋外飼育している北海道和種成雌馬3頭であり、8月26日に附属牧場から運搬し、試験開始まで隣接する牧区内でミヤコザサを採食させた。糞採取は試

験開始後5日目に行った。

①－6. 草本・樹葉の採食量および消化率（試験8）

試験は苫小牧演習林第335林班内の、林床植物としてササ類がほとんど存在しない比較的平坦な場所に100×400mの牧区を2つ設定して行った。1996年8月27日から9月6日までの10日間および1997年6月23日から7月3日までの10日間、それぞれの牧区に成雌馬3頭および育成雌馬5頭を終日放牧した。供試動物は、それぞれ育成雌馬3頭ずつであり、糞採取は試験開始後6日目および10日目に行った。

② 採食量および消化率

各試験とも、各供試馬に試験2で用いたのと同様の酸化クロム含有ペレットを試験開始日から朝夕2回に分けて毎日、1日量の半量ずつ給与した。ドライロットにおける乾草給与時は、糞採取の7日前から酸化クロム含有ペレットを給与した。酸化クロム含有ペレット給与量は成雌馬、育成雌馬ともに100g/日/頭とした。

ミヤコザサ、生牧草、乾牧草、クマイザサの採食量および消化率は試験2と同様、酸化クロムおよびAIAを用いたDouble indicator法により測定した。ただし、生牧草および乾牧草のAIA回収率は、屋外ペンにおいて北海道和種成雌馬および育成雌馬にチモシー主体生牧草、チモシー主体乾草を給与し、全糞採取して測定した値を用い、それぞれ

115および125%とした（河合ら,1996）。

草本・樹葉の採食量および消化率は、酸化クロムおよび酸性デタージェントリグニン（ADL）を用いたDouble indicator法により測定した。採食種の観察は、それぞれ糞採取前日の早朝の採食時間帯に行い、採食種の記録と種毎の採食時間の測定を各供試馬について5分間、2回繰り返した。

③ 成分分析

ミヤコザサ、牧草、クマイザサの飼料成分分析用試料は糞採取前日に試験牧区内で刈り取り、分析に供した。乾草試料は糞採取当日に採取した。草本および樹葉の試料は、試験期間中、試験牧区に隣接する林内において種別に刈り取り、分析に供した。草本・樹葉および試験8における糞のADL含量は、Van Soest(1963)の方法により測定した。その他の分析項目については試験2と同様の方法で行った。

④ 行動観察

各試験とも、各供試馬について糞採取と同時に24時間連続の行動観察を行い、行動形を採食、休息、その他に分けて1分間隔で記録した。また、供試放牧地の地図上に移動経路を記録し、そこから移動距離を測定した。

試験3、4、7、8においては、立木の樹皮や枝をかじり取る行動をまとめて樹皮はぎ行動とし、回数および継続時間

を測定した。

⑤ 気象観測

各試験とも、行動観察中1時間に1回、試験2と同様の電子式風速温湿度計を用いて気温、風速、相対湿度を測定した。

⑥ 体重測定

各試験とも、試験開始時と、糞採取および行動観察終了直後に供試馬の体重を測定した。各試験における供試馬の試験開始時月齢および体重を表17～22に示した。

III - 2 - 3. 結果

① 夏季のミヤコザサ採食量および消化率（試験3）

① - 1. 成雌馬の採食量および消化率（試験3-1）

試験牧区内のミヤコザサ葉部乾物重量を表23に、また糞採取中の天候および平均気温、風速、相対湿度を表24にそれぞれ示した。'94年は、それまで放牧利用されていないため越年生ミヤコザサも存在していたが、'95および'96年は当年生のみであった。ミヤコザサ現存量は年々減少しており、'96年では1日1頭あたり体重の2.2%であった。気温および風速は年間で同程度であったが、相対湿度は'95年

Table 17. Age and body weight of the experimental horses at the start of experiment(Exp.3)

		Birth day	Age(mo)	Body weight(kg)
Mare	'94	MMO Jun. 3, '86	98	354
		KS Apr.23, '88	75	377
		HH May 15, '89	63	331
		Mean $\pm$ SD		354.0 $\pm$ 18.8
	'95	UK Apr.29, '77	219	360
		JA May 7, '87	99	368
		JD May 20, '87	98	354
		Mean $\pm$ SD		360.7 $\pm$ 5.7
	'96	UZ May 15, '77	231	330
		KT May 11, '88	99	366
		WO May 9, '92	51	363
		Mean $\pm$ SD		353.0 $\pm$ 16.3
Filly		NZ May 9, '96	13	205
		NT May 15, '96	13	205
		NY May 26, '96	13	232
		Mean $\pm$ SD		214.0 $\pm$ 12.7

Table 18. Age and body weight of the experimental horses at the start of experiment(Exp.4)

Paddock no.		Birth day		Age(mo)	Body weight(kg)
Mare	10	UK	Apr.29,'77	222	391
		HK	May 8,'82	162	368
		JA	May 7,'87	102	393
		JD	May 20,'87	102	375
		Mean±SD			381.8±10.6
	6	UK	Apr.29,'77	224	400
		HK	May 8,'82	164	392
		JA	May 7,'87	104	406
		JD	May 20,'87	103	395
		Mean±SD			398.3±5.3
Filly	10	UH	May 8,'95	18	248
		UR	May 10,'95	18	260
		US	May 11,'95	18	258
		Mean±SD			255.3±532
		6	UH	May 8,'95	20
	UR		May 10,'95	19	249
	US		May 11,'95	19	248
	Mean±SD			244.7±5.4	
	414		UH	May 8,'95	20
		UR	May 10,'95	20	238
US		May 11,'95	20	234	
Mean±SD			232.3±5.4		

Table 19. Age and body weight of the experimental horses at the start of experiment(Exp.5)

		Birth day		Age(mo)	Body weight(kg)
Mare	Jun.	HK	May 8,'82	157	398
		JA	May 7,'87	97	379
		JD	May 20,'87	96	361
		Mean±SD			379.3±15.1
	Jul.	UK	Apr.29,'77	218	392
		JA	May 7,'87	98	392
		JD	May 20,'87	98	377
		Mean±SD			387.0±7.1
	Aug.	UK	Apr.29,'77	220	366
		JA	May 7,'87	99	374
		JD	May 20,'87	99	354
		Mean±SD			364.7±8.2
	Oct.	JA	May 7,'87	101	397
		JD	May 20,'87	100	387
		MT	Apr.16,'90	65	399
		Mean±SD			394.3±5.2
Filly	Jun.	UH	May 8,'95	13	118
		US	May 11,'95	13	202
		UK	May 12,'95	13	206
		Mean±SD			198.7±7.7
	Jul.	UH	May 8,'95	14	210
		UR	May 10,'95	14	221
		US	May 11,'95	14	214
		Mean±SD			215.0±4.5

Table 20. Age and body weight of the experimental horses at the start of experiment(Exp.6)

		Birth day	Age(mo)	Body weight(kg)
Mare	HK	May 8,'82	165	382
	KT	May 11,'88	93	350
	W0	May 9,'92	45	331
	Mean $\pm$ SD			354.3 $\pm$ 21.0
Filly	UH	May 8,'95	21	246
	UR	May 10,'95	21	257
	US	May 11,'95	21	253
	Mean $\pm$ SD			252.0 $\pm$ 4.5

Table 21. Age and body weight of the experimental horses at the start of experiment(Exp.7)

		Birth day	Age(mo)	Body weight(kg)
UZ		May 15,'77	243	337
MMZ		May 7,'86	135	356
JD		May 20,'87	123	340
Mean $\pm$ SD				344.3 $\pm$ 8.3

Table 22. Age and body weight of the experimental horses at the start of experiment(Exp.8)

				Birth day	Age(mo)	Body weight(kg)
'96 Aug.	UH	May	8,'95		15	231
	UR	May	10,'95		15	239
	US	May	11,'95		15	236
	Mean±SD					235.3±3.3
'97 Jun.	NZ	May	9,'96		13	202
	NT	May	15,'96		13	200
	NY	May	26,'96		12	232
	Mean±SD					211.3±14.6

Table 23. Dry matter weight of *Sasa nipponica* foliage(gDM/m²)(Exp.3-1)

	Current	Wintering	Total(%BW/d)
'94	20.3	22.3	42.6(5.1)
'95	24.6	0.0	24.6(2.8)
'96	18.3	0.0	18.3(2.2)

Table 24. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection(Exp.3-1)

Weather	Air temperature	Wind velocity	Relative humidity
	°C	m/s	%
'94 Fine	21.3±2.0	0.20±0.11	78.5± 6.2
'95 Cloud	20.9±0.8	0.12±0.08	99.4± 2.0
'96 Fine	18.6±4.1	0.29±0.15	68.4±13.9

において他の年より高かった。

ミヤコザサの化学成分含量を表25に、乾物採食量を表26にそれぞれ示した。化学成分含量は、'94年から'96年にかけてGE含量が低くなる傾向にあったが、その他の成分については年間でほぼ同程度であった。1日あたりの乾物採食量は'94年において'95年より高かった($P<0.05$)。体重あたりの乾物採食量は年間に統計的な差はなく、成雌馬のミヤコザサ乾物採食量は平均で体重の2.2%であったが、'94年において2.5%と最も高く、'95年において最も低かった。

各化学成分の消化率を表27に、DCP、TDN、DE含量を表28にそれぞれ示した。DM、OMおよびGE消化率は、'94年において'95年もしくは'96年よりも高かったが($P<0.05$)、CP、EE、NDF消化率は年間で差がなく、特にCP消化率は3年間の平均で65.4%と高かった。TDNおよびDE含量も'94年において高かったが($P<0.05$)、DCP含量は年間に差がなく、3年間の平均で9.7%DMであった。

DCP、TDN、DE摂取量を表29に、NRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合および試験期間中の体重変化を表30にそれぞれ示した。体重あたりのDE摂取量および維持要求量に対する割合は、'95年において'94年よりも低かったが($P<0.05$)、DCPおよびTDNについては年間に差がなかった。体重は'94年および'96年においてそれぞれ0.5および0.3kg/日程度増加したが、'95年ではほぼ維持であった。

採食および休息時間、移動距離を表31に示した。採食お

Table 25. Chemical composition of *Sasa nipponica* foliage(Exp.3-1)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE	
	%				%DM			Mcal/kgDM
' 94	39.8	88.6	14.4	3.3	72.6	-	4.61	
' 95	41.4	87.7	15.3	4.3	67.6	-	4.42	
' 96	33.8	85.9	14.9	3.0	67.7	34.3	4.27	

Table 26. Dry matter intake of *Sasa nipponica*(Exp.3-1)

	kg/d	%BW/d
'94	8.9±0.6 ^a	2.5±0.3
'95	7.0±0.3 ^b	1.9±0.1
'96	7.7±0.5 ^{a b}	2.2±0.2

^{a b} P<0.05

Table 27. Apparent digestibility of nutrients and energy(Exp.3-1)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
'94	49.5±3.9 ^a	51.1±4.3 ^a	68.6±4.0	28.5±6.5	50.0±4.5	—	49.8±4.5 ^a
'95	40.4±1.5 ^b	42.0±1.5 ^b	63.6±1.9	30.4±2.7	41.1±1.5	—	40.2±1.7 ^b
'96	40.0±3.3 ^{a,b}	40.1±3.5 ^b	64.1±3.0	26.3±3.7	39.4±3.4	30.2±4.3	36.9±3.8 ^b

^{a,b} P<0.05

Table 28. DCP, TDN and DE contents of *Sasa nipponica*(Exp.3-1)

	DCP	TDN	DE
	%DM		Mcal/kgDM
'94	9.9±0.6	46.5±4.1 ^a	2.30±0.21 ^a
'95	9.7±0.3	38.5±1.5 ^{a,b}	1.78±0.07 ^b
'96	9.6±0.5	35.5±2.9 ^b	1.57±0.16 ^b

^{a,b} P<0.05

Table 29. DCP, TDN and DE intake by the experimental horses(Exp.3-1)

	DCP		TDN		DE	
	g/d	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kcal/kgBW/d
'94	883.9±103.8	2.5±0.4	4.2±0.6 ^a	11.8± 2.3	20.5± 3.0 ^a	58.5±11.4 ^a
'95	681.4± 43.2	1.9±0.1	2.7±0.2 ^b	7.5± 0.6	12.5± 1.0 ^b	34.6± 3.0 ^b
'96	739.0± 76.9	2.1±0.3	2.8±0.4 ^{ab}	7.8± 1.5	12.2± 2.0 ^b	34.9± 7.5 ^{ab}

^{a b} P<0.05

Table 30. Proportion of DCP, TDN and DE intake to maintenance requirements(NRC,1989) and body weight change(BWC) of the experimental horses(Exp.3-1)

	DCP		TDN		DE		BWC	
				%				kg/d
'94	185.0±	29.5	153.0±	28.6	172.0±	32.5 ^a	0.50±	0.41
'95	139.5±	10.1	97.2±	7.9	102.0±	8.8 ^b	-0.11±	0.42
'96	155.0±	22.9	101.6±	18.9	102.7±	21.4 ^{ab}	0.28±	0.08

^{a b} P<0.05

Table 31. Time spent grazing and resting and moving distance of the experimental horses(Exp.3-1)

	Time		Total	Distance	
	Grazing	Resting		with G*	without G**
	min/d			km/d	
'94	810.6±46.5	514.2±49.8	4.9	—	—
'95	726.4±67.9	411.8±73.1	14.6±0.7 ^A	4.9±0.5 ^a	9.8±0.4 ^A
'96	860.4±65.8	448.5±53.7	5.0±0.2 ^B	3.4±0.1 ^b	1.6±0.3 ^B

* Moving distance with grazing

**Moving distance without grazing

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

よび休息時間は、年間に統計的な差はなかったが、'95年において他の年より短い傾向があった。また、移動距離は'95年において他の年より長かった($P<0.01$)。

①-2. 育成雌馬の採食量および消化率 (試験3-2)

試験牧区内のミヤコザサ葉部乾物重量を表32に、糞採取中の天候および平均気温、風速、相対湿度を表33にそれぞれ示した。試験牧区内は、それまで放牧利用されていないため越年生および当年生ミヤコザサが混在しており、葉部の乾物現存量は一日一頭あたり体重の3.9%であった。また気象条件は6日目と10日目で差はなかった。

ミヤコザサの化学成分含量を表34に、乾物採食量を表35にそれぞれ示した。DM含量は6日目に比べて10日目で高い傾向があり、その他の化学成分については10日目において低い傾向があった。1日あたりおよび体重あたりの乾物採食量は、ともに統計的な差はなかったが、10日目においては6日目の2.7%よりも低い傾向があった。

各化学成分の消化率を表36に、DCP、TDN、DE含量を表37にそれぞれ示した。EE消化率についてのみ10日目において6日目よりも有意に低かったが($P<0.05$)、その他の化学成分消化率についてもすべて10日目において低くなる傾向があった。DCP含量は10日目において6日目よりも有意に低く($P<0.05$)、TDNおよびDE含量も10日目において低くなる傾向があった。

Table 32. Dry matter weight of *Sasa nipponica* foliage(gDM/m²)
(Exp.3-2)

	g/m ² (%)*	%BW/d
Current	23.2(45.8)	-
Wintering	27.5(54.2)	-
Total	50.7	3.9

*Proportion to total weight

Table 33. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection(Exp.3-2)

Weather		Air temperature	Wind velocity	Relative humidity
		°C	m/s	%
Day 6	Fine	17.9±2.4	0.24±0.12	77.1±6.4
Day10	Fine	19.8±2.5	0.22±0.13	82.0±6.6

Table 34. Chemical composition of *Sasa nipponica* foliage(Exp.3-2)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
	%			%DM			Mcal/kgDM
Day 6	27.8	93.1	18.7	4.1	72.3	35.7	4.69
Day10	37.3	89.3	16.6	3.6	68.4	34.5	4.47

Table 35. Dry matter intake of *Sasa nipponica*(Exp.3-2)

	kg/d	%BW/d
Day 6	5.6±0.7	2.7±0.4
Day10	4.7±0.6	2.2±0.4

Table 36. Apparent digestibility of nutrients and energy(Exp.3-2)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
Day 6	39.8±5.3	40.8±5.3	61.5±5.2	21.7±6.0 ^a	36.5±5.6	22.3±8.5	37.9±5.8
Day10	33.6±2.6	35.9±3.0	55.0±6.4	5.1±2.8 ^b	31.7±3.3	12.2±6.7	32.2±3.7

^{a b} P<0.05

Table 37. DCP, TDN and DE contents of *Sasa nipponica*(Exp.3-2)

	DCP	TDN	DE
	%DM		Mcal/kgDM
Day 6	11.5±1.0 ^a	39.1±5.2	1.78±0.27
Day10	9.1±0.5 ^b	32.3±2.3	1.43±0.14

^{a b} P<0.05

DCP、TDN、DE摂取量を表38に示した。またNRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合を表39に、供試放牧地に放牧した北海道和種馬全頭の試験期間中の体重変化を表40にそれぞれ示した。DCP、TDN、DE摂取量および維持要求量に対する摂取量の割合ともに6日目と10日目で統計的な差はなかったが、10日目において低い傾向があった。また、体重は育成雌馬、成雌馬ともに6日目までは増体がみられたが、6日目以降体重は減少し、10日間を通してはほぼ維持であった。

採食および休息時間、移動距離を表41に示した。採食時間は10日目において6日目より短く($P<0.05$)、また移動距離は10日目において6日目より長かった($P<0.01$)。

② 冬季のミヤコザサ採食量および消化率 (試験4)

②-1. 成雌馬の採食量および消化率 (試験4-1)

糞採取期間中の気象状況および試験牧区内のミヤコザサ葉部乾物重量を表42に示した。積雪期に行った6牧区の積雪量は40cmであり、附属牧場のある日高管内静内町では比較的多い積雪量であった。ミヤコザサ葉部現存量は試験牧区間で同程度であった。

ミヤコザサの化学成分含量を表43に、乾物採食量を表44にそれぞれ示した。積雪期に試験を行った6牧区においては、ミヤコザサが雪面下に隠れていたためDM含量が低い傾

Table 38. DCP, TDN and DE intake by the experimental horses(Exp.3-2)

	DCP		TDN		DE	
	g/d	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kcal/kgBW/d
Day 6	649.8±	93.6	3.1±0.6	2.2±0.4	10.4± 2.2	69.4±12.9
Day10	432.2±	80.3	2.0±0.5	1.5±0.3	7.3± 1.7	32.2± 8.7

Table 39. Proportion of DCP, TDN and DE intake to
maintenance requirements(NRC,1989)
(Exp.3-2)

	DCP	TDN	DE
	%		
Day 6	209.6± 38.6	125.5± 26.5	130.0± 30.5
Day10	138.1± 30.1	86.6± 19.9	88.1± 23.2

Table 40. Body weight change of the all horses
grazed at the experimental paddock
(Exp.3-2)

	Day1-6	Day6-10	Day1-10
	kg/d		
Yearling	0.46±0.27	-0.50±0.31	0.08±0.18
2 year old	0.50±0.20	-0.06±0.21	0.28±0.16
Mature	0.17±0.41	-0.42±0.12	-0.07±0.21

Table 41. Time spent grazing and resting and moving distance of the experimental horses(Exp.3-2)

	Time		Total	Distance	
	Grazing	Resting		with G*	without G**
	min/d			km/d	
Day 6	1047.5±19.6 ^a	320.0±13.6	8.4±0.2 ^b	5.8±0.3	2.6±0.2 ^b
Day10	966.6±27.6 ^b	361.8±20.1	10.3±0.4 ^a	6.3±0.4	4.1±0.5 ^a

* Moving distance with grazing

**Moving distance without grazing

^{a,b} P<0.05, ^{A,B} P<0.01

Table 42. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection and dry matter weight of *Sasa nipponica* foliage(Exp.4-1)

Paddock No.	Weather	Snow depth	Air Temperature	Wind velocity	Relative humidity	DM weight of <i>Sasa nipponica</i>
		cm	°C	m/s	%	g/m ²
10	Fine/cloud	0	2.1±1.6	1.00±1.36	44.1± 3.9	35.9
6	Snow/cloud	40	-0.2±1.9	0.68±0.56	72.6±16.5	43.4

Table 43. Chemical composition of *Sasa nipponica* foliage(Exp.4-1)

Paddock No.	DM	OM	CP	EE	NDF	GE
	%	——— %DM	———			Mcal/kgDM
10	48.9	85.4	11.7	2.9	54.5	4.21
6	33.4	85.4	13.0	2.7	61.8	4.24

Table 44. Dry matter intake of *Sasa nipponica*(Exp.4-1)

Paddock No.	kg/d	%BW/d
10	8.3±0.4	2.2±0.1
6	7.2±1.0	1.8±0.2

向にあった。また、CPおよびNDF含量は6牧区において高い傾向があった。乾物採食量は、両試験牧区間で統計的な差はなかったが、積雪期の6牧区において低くなる傾向があった。

各化学成分の消化率を表45に、DCP、TDN、DE含量を表46にそれぞれ示した。CPおよびEE消化率は6牧区において高く($P<0.01$)、OMおよびGE消化率は10牧区において高かった($P<0.05$)。またDCP含量は6牧区において高く($P<0.01$)、DE含量は10牧区において高かった($P<0.05$)。

DCP、TDN、DE摂取量を表47に、NRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合および試験期間中の体重変化を表48にそれぞれ示した。DCP摂取量は両試験牧区間で差がなく、どちらも維持要求量の120%以上に相当した。一方TDNおよびDE摂取量は積雪期の6牧区において10牧区よりも少なく($P<0.05$)、維持要求量を満たしておらず、1.7kgという大きな体重の減少がみられた。

採食および休息時間、移動距離を表49に、樹皮はぎ行動の回数および継続時間を表50にそれぞれ示した。採食時間は積雪期の6牧区において短く($P<0.01$)、休息時間は逆に長くなる傾向があった。また、一日の移動距離は両試験間で同程度であったが、このうち採食しながらの移動距離が積雪期の6牧区において短く($P<0.05$)、採食時間が短かったことを反映していた。樹皮はぎ行動の回数は積雪期の6牧区において10牧区の2倍以上多く($P<0.01$)、継続時間も5

Table 45. Apparent digestibility of nutrients and energy(Exp.4-1)

Paddock No.	DM	OM	CP	EE	NDF	GE
10	37.8±1.3	41.6±1.8 ^a	68.6±1.6 ^B	28.2±6.2 ^B	26.6±6.2	40.5±1.8 ^a
6	37.2±0.9	38.0±1.2 ^b	75.5±0.9 ^A	43.4±3.6 ^A	26.3±1.7	36.8±1.1 ^b

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

Table 46. DCP, TDN and DE contents of *Sasa nipponica*(Exp.4-1)

Paddock No.	DCP	TDN	DE
	$\frac{\text{---}}{\text{---}}\%$ DM	$\frac{\text{---}}{\text{---}}\%$ DM	Mcal/kgDM
10	8.0±0.2 ^B	36.6±1.7	1.71±0.07 ^a
6	9.8±0.1 ^A	33.9±1.0	1.56±0.05 ^b

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

Table 47. DCP, TDN and DE intake by the experimental horses(Exp.4-1)

Paddock No.	DCP		TDN		DE	
	g/d	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kcal/kgBW/d
10	665.1±20.7	1.7±0.1	3.0±0.0 ^a	8.0±0.3 ^a	14.2±0.3 ^a	37.2±1.7 ^a
6	711.5±92.8	1.8±0.2	2.5±0.3 ^b	6.2±0.8 ^b	11.3±1.5 ^b	28.4±3.9 ^b

^{a b} P<0.05

Table 48. Proportion of DCP, TDN and DE intake to maintenance requirements(NRC,1989) and body weight change(BWC) of the experimental horses(Exp.4-1)

Paddock No.	DCP	TDN		DE	BWC
		%			
10	129.5±6.7	104.0±3.3 ^a	110.4±4.7 ^a	-0.13±0.11 ^A	
6	133.3±17.5	80.9±11.4 ^b	84.6±11.6 ^b	-1.71±0.43 ^B	

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

Table 49. Time spent grazing and resting and moving distance of the experimental horses(Exp.4-1)

Paddock No.	Time		Total	Distance	
	Grazing	Resting		with G*	without G**
	min/d			km/d	
10	763.2±23.7 ^A	600.9±17.6	3.9±0.2	2.5±0.1 ^a	1.4±0.3 ^b
6	604.7±25.6 ^B	679.2±44.5	4.3±0.1	1.9±0.3 ^b	2.4±0.3 ^a

* Moving distance with grazing

**Moving distance without grazing

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

Table 50. Frequency and duration of biting bark by the experimental horses
(Exp.4-1)

Paddock No.	Frequency(Time)	Duration(min/d)
10	14.0±2.2 ^B	12.3± 4.0 ^B
6	32.3±2.5 ^A	68.9±11.7 ^A

^{A B} P<0.01

倍以上長かった ($P < 0.05$)。

② - 2. 育成雌馬の採食量および消化率 (試験4-2)

試験牧区内のミヤコザサ葉部乾物重量を表51に、糞採取期間中の気象状況を表52にそれぞれ示した。ミヤコザサ葉部乾物重量は、10牧区において最も少なかったが、放牧地全体の現存量としては十分に存在した。また6牧区および414林班のミヤコザサ現存量は、どちらも一日一頭当たり乾物で体重の4%以上であった。10および6牧区の積雪量はそれぞれ5および10cmであり、ミヤコザサが雪面下に隠れることはなかったが、414林班の積雪量は35~55cmであり、ミヤコザサは雪面下に隠れていた。

ミヤコザサの化学成分含量を表53に、乾物採食量を表54にそれぞれ示した。414林班のミヤコザサは雪面下に隠れていたためDM含量が低い傾向にあった。またCP、NDF、ADF、GE含量は414林班において高い傾向があった。乾物採食量は、6牧区および414林班のどちらにおいても6日目と10日目で差はなかった。6牧区および414林班の平均値と10牧区を比べると、乾物採食量は6牧区および414林班で低かった ($P < 0.05$, $P < 0.01$)。また積雪量は異なったが、6牧区と414林班で乾物採食量は同程度であった。

各化学成分の消化率を表55に、DCP、TDNおよびDE含量を表56にそれぞれ示した。6牧区および414林班のどちらにおいても、6日目と10日目で差はなかった。DM、OM、NDF、

Table 51. Dry matter weight of *Sasa nipponica* foliage(gDM/m²) (Exp.4-2)

Paddock No.	g/m ²	%BW/d
10	31.3	-
6	47.1	4.7
414	44.6	4.0

Table 52. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection(Exp.4-2)

Paddock No.	Weather	Snow depth cm	Air temperature °C	Wind velocity m/s	Relative humidity %
10	Fine/snow	5	-1.7±2.2	0.48±0.28	64.1±14.7
6	day6	10	-0.7±3.5	0.50±0.27	62.3±12.4
	day10	10	-2.4±3.6	0.48±0.26	55.5± 8.4
414	day6	35	-0.6±2.6	0.57±0.26	63.7± 7.8
	day10	55	-1.4±2.1	0.98±0.52	89.3±17.7

Table 53. Chemical composition of *Sasa nipponica* foliage
(Exp.4-2)

Paddock No.	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
	%			%DM			Mcal/kgDM
10	51.8	86.1	12.5	2.9	58.9	31.3	4.20
6	49.4	85.8	13.0	3.1	60.0	31.0	4.35
414	21.4	86.6	14.2	2.6	63.0	33.3	4.60

Table 54. Dry matter intake of *Sasa nipponica*(Exp.4-2)

Paddock No.	kg/d	%BW/d
10	6.1±0.4 ^{Aa}	2.4±0.2 ^a
6 day6	4.9±0.0	2.0±0.0
day10	5.4±0.3	2.2±0.2
Mean	5.2±0.3 ^{ABb}	2.1±0.1 ^b
414 day6	4.2±0.6	1.8±0.3
day10	4.9±0.3	2.1±0.1
Mean	4.6±0.6 ^B	2.0±0.3 ^{ab}

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

Table 55. Apparent digestibility of nutrients and energy(Exp.4-2)

Paddock No.	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
10	39.8±1.1 ^a	44.2±1.2 ^A	68.6±0.5 ^B	28.6±1.8 ^{Bb}	34.1±0.8 ^A	28.3±2.1 ^{Aa}	43.0±1.2 ^a
6 day6	39.7±0.8	41.7±1.0	66.2±0.8	38.3±1.9	29.2±1.6	21.7±1.5	41.7±1.1
day10	41.6±2.4	42.4±2.8	68.7±1.6	40.8±0.7	29.8±3.8	15.3±4.6	42.3±3.5
Mean	40.7±2.1 ^a	42.1±2.1 ^A	67.5±1.8 ^B	39.5±1.9 ^A	29.5±2.9 ^A	18.5±4.7 ^b	42.0±2.6 ^b
414 day6	37.1±2.0	36.1±2.4	71.3±0.7	43.3±8.4	22.4±2.9	9.3±5.5	37.9±2.6
day10	36.3±1.4	34.4±1.7	72.6±1.1	49.5±9.8	20.6±2.0	7.6±3.3	37.2±1.9
Mean	36.7±1.8 ^b	35.3±2.3 ^B	71.9±1.1 ^A	46.4±9.6 ^a	21.5±2.7 ^B	8.4±4.6 ^{Bc}	37.6±2.3 ^b

^{a b c} P<0.05, ^{A B} P<0.01

Table 56. DCP, TDN and DE contents of *Sasa nipponica*(Exp.4-2)

Paddock No.	DCP	TDN	DE
10	8.6±0.1 ^B	39.1±1.1 ^A	1.81±0.05
6 day6	8.6±0.1	37.3±0.9	1.82±0.05
day10	8.9±0.2	37.9±2.4	1.84±0.15
Mean±SD	8.8±0.2 ^B	37.6±1.8 ^A	1.83±0.11
414 day6	10.1±0.1	32.7±2.4	1.75±0.12
day10	10.3±0.2	31.4±1.2	1.71±0.09
Mean±SD	10.2±0.2 ^A	32.1±2.0 ^B	1.72±0.11

^{A B} P<0.01

ADF、GE消化率は414林班において10牧区もしくは6牧区より低く($P<0.05$)、CPおよびEE消化率は414林班において高かった($P<0.05$)。DCP含量は414林班において6牧区および10牧区より高く($P<0.01$)、TDN含量は414林班において低かった($P<0.01$)。

DCP、TDN、DE摂取量を表57に、NRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合および試験期間中の体重変化を表58にそれぞれ示した。各摂取量および維持要求量に対する摂取量の割合についても、6牧区および414林班の6日目と10日目で差はなかった。DCP摂取量は各試験間で同程度であり、維持要求量の130~140%以上に相当した。TDNおよびDE摂取量は、10および6牧区においては維持要求量を満たしていた。一方積雪量の多かった414林班においてTDN摂取量は少なく($P<0.05$)、維持要求量を満たしておらず、試験期間中に0.13kg/日の体重の減少がみられた。

採食および休息時間、移動距離を表59に、樹皮はぎ行動の回数および継続時間を表60にそれぞれ示した。採食時間は積雪量の多かった414林班において短かく($P<0.01$)、また一日の移動距離も短かった($P<0.01$)。樹皮はぎ行動の回数および継続時間は、積雪量が多くなるに連れて増加し、最も積雪量の多かった414林班の10日目の観察において、回数は10牧区の8倍以上、継続時間は18倍以上であり、1日あたりで5時間以上の樹皮はぎ行動が観察された。

Table 57. DCP, TDN and DE intake by the experimental horses(Exp.4-2)

Paddock No.	DCP		TDN		DE	
	g/d	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kcal/kgBW/d
10	524.9±37.4	2.1±0.1	2.4±0.2 ^{Aa}	9.4±0.7 ^A	11.1±0.8 ^a	43.4±3.1
6 day6	424.1±7.4	1.7±0.0	1.8±0.1	7.6±0.1	9.0±0.3	36.8±0.5
day10	481.7±36.1	2.0±0.2	2.1±0.2	8.4±1.2	10.0±1.4	41.1±6.4
Mean±SD	452.9±38.9	1.9±0.2	2.0±0.2 ^{Ab}	8.0±0.9 ^{ABa}	9.5±1.1 ^{ab}	38.9±5.0
414 day6	427.5±64.6	1.8±0.3	1.4±0.3	6.0±1.4	7.4±1.6	32.1±7.6
day10	510.4±24.8	2.2±0.1	1.6±0.1	6.7±0.5	8.5±0.6	36.5±3.3
Mean±SD	469.0±64.1	2.0±0.3	1.5±0.2 ^B	6.4±1.1 ^{Bb}	7.8±1.3 ^b	34.3±6.2

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

Table 58. Proportion of DCP, TDN and DE intake to maintenance requirements(NRC,1989) and body weight change(BWC) of the experimental horses(Exp.4-2)

Paddock No.	DCP	TDN		DE	BWC
		%			
10	144.8±10.1	116.4±	8.4 ^A	122.3± 8.7	0.17±0.06
6	day6	121.7± 1.0	92.9± 1.7	103.0± 1.8	
	day10	138.5±12.7	103.9±13.8	114.8±17.6	
	Mean±SD	130.1±12.3	98.4±11.3 ^{A B a}	108.9±13.8	-0.03±0.39
414	day6	128.1±22.0	73.5±17.2	89.1±20.6	
	day10	152.6± 8.6	81.7± 6.2	101.4± 8.9	
	Mean±SD	140.4±20.7	76.0±11.7 ^{B b}	95.3±17.1	-0.13±0.17

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

Table 59. Time spent grazing and resting and moving distance of the experimental horses(Exp.4-2)

Paddock No.	Time		Total	Distance		
	Grazing	Resting		with G*	without G**	
	min/d			km/d		
10	718.4±19.0 ^x	624.4±8.0	3.9±0.1 ^x	1.9±0.2 ^x	2.0±0.1 ^x	
6	day6	668.1±60.9	667.0±57.4	2.9±0.2	1.1±0.1	1.8±0.2
	day10	614.0±40.4	704.4±37.8	2.8±0.2	1.3±0.2	1.5±0.1
	Mean	641.1±58.3 ^x	685.7±52.1	2.9±0.2 ^y	1.2±0.1 ^y	1.7±0.2 ^x
414	day6	486.8±11.6	732.7±35.7 ^A	2.4±0.1	1.2±0.1	1.2±0.0 ^A
	day10	524.6±31.3	566.6±29.6 ^B	2.3±0.2	1.3±0.2	1.0±0.0 ^B
	Mean	505.7±30.3 ^y	649.6±89.3	2.4±0.2 ^z	1.3±0.2 ^x	1.1±0.1 ^y

* Moving distance with grazing

**Moving distance without grazing

^A^BP<0.01, ^x^yP<0.05, ^{xy}^{yz}P<0.01

Table 60. Frequency and duration of biting
bark by the experiment horses
(Exp.4-2)

Paddock No.		Frequency(time)	Duration(min/d)
10		8.7 ± 1.9^d	18.3 ± 3.9^e
6	day6	15.7 ± 1.7^{bc}	34.6 ± 6.4^d
	day10	21.7 ± 5.2^b	61.8 ± 6.7^c
414	day6	47.3 ± 13.2^{ab}	186.9 ± 44.0^b
	day10	72.0 ± 19.1^a	336.9 ± 42.0^a

^{a b c d e} $P < 0.05$

③ 牧草放牧地における採食量と消化率（試験5）

供試放牧地内の牧草乾物重量を表61に、糞採取期間中の気象状況を表62にそれぞれ示した。また牧草の化学成分およびエネルギー含量を表63に示した。各試験間で牧草乾物重量に大きな差はあったが、一日一頭あたりの草量は充分量であった。また、化学成分含量についても変動は大きく、特にCPおよびNDF含量が季節によって異なっていた。

牧草乾物摂取量を表64に示した。成雌馬、育成雌馬ともに、乾物採食量に季節間の差はなかった。1日あたりの乾物採食量は成雌馬の方が多かったが($P<0.01$)、体重あたりでは成雌馬で3.6%、育成雌馬で4.2%と、育成雌馬の方が多かった($P<0.05$)。

各飼料成分消化率を表65に、DCP、TDNおよびDE含量を表66にそれぞれ示した。成雌馬、育成雌馬ともにCP消化率に季節間の差があり($P<0.05$)、DCP含量も季節間で異なった。その他の化学成分消化率は季節間で差がなく、TDNおよびDE含量は、各試験間で同程度であった。また、成雌馬と育成雌馬との間で、消化率およびDCP、TDN、DE含量に差はなかった。

DCP、TDN、DE摂取量を表67に、NRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合および試験期間中の体重変化を表68にそれぞれ示した。DCP含量が季節によって異なったため、DCP摂取量も試験間で大きく異なっており、成雌馬で維持要求量の2~4倍、育成雌馬で2~6倍程度であった。TDNお

Table 61. Dry matter weight of grass above ground at the experimental paddocks(Exp.5)

Month	Exp.5-1		Exp.5-2	
	g/m ²	%BW/d	g/m ²	%BW/d
Jun.	332.9±94.0 ^A	—	186.7±18.2 ^A	5.3
Jul.	100.9±44.9 ^B	—	71.2±13.2 ^B	4.0
Aug.	84.8±13.8 ^{Bb}	9.7	—	—
Oct.	108.8±16.5 ^{Ba}	—	—	—

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

Table 62. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection(Exp.5)

			Air	Wind	Relative
			temperature	velocity	Humidity
			°C	m/s	%
Exp.5-1	Jun.	Fine	15.2±2.3	0.73±0.56	79.7± 6.3
	Jul.	Fine/cloud	22.1±3.6	0.78±0.62	76.9±22.6
	Aug.	Fine	20.5±3.6	0.63±0.78	88.4±14.9
	Oct.	Cloud/fine	8.5±5.4	0.70±0.93	81.5±24.5
Exp.5-2	Jun.	Fine	18.9±3.9	0.94±0.63	77.1±13.0
	Jul.	Fine/cloud	22.4±2.0	0.62±0.37	89.1±11.1

Table 63. Chemical composition of grass(Exp.5)

		DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
		%			%DM			Mcal/kgDM
Exp.5-1	Jun.	21.9	94.0	10.4	3.5	63.7	—	4.53
	Jul.	16.4	91.5	18.3	5.0	48.3	—	4.61
	Aug.	20.1	90.6	15.7	4.3	44.3	—	4.53
	Oct.	14.0	91.0	16.3	4.3	46.4	—	4.46
Exp.5-2	Jun.	20.7	93.0	11.8	3.2	60.8	33.6	4.42
	Jul.	13.4	89.2	25.6	5.6	47.7	28.6	4.58

Table 64. Dry matter intake of grass by the experimental horses(Exp.5)

	Mare(Exp.5-1)		Filly(Exp.5-2)	
	kg/d	%BW/d	kg/d	%BW/d
Jun.	14.0±3.6	3.7±1.1	8.4±1.0	4.3±0.7
Jul.	15.6±3.4	4.0±0.8	8.9±1.1	4.2±0.5
Aug.	12.0±2.5	3.3±0.7	—	—
Oct.	12.9±1.9	3.3±0.5	—	—
Mean	13.6±3.2	3.6±0.9	8.7±1.1	4.2±0.6

Table 65. Apparent digestibility of nutrients and energy(Exp.5)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
%							
Mare (Exp.5-1)	Jun.	71.0±6.4	72.4± 6.4	68.0±6.2 ^b	33.9±14.3	67.9± 7.6	68.6± 7.4
	Jul.	76.8±2.5	79.2± 2.4	81.8±1.5 ^a	47.7± 4.3	73.0± 3.8	76.0± 2.6
	Aug.	67.4±9.8	70.1±10.1	68.0±8.8 ^{a b}	10.3±30.3	61.9±13.5	65.5±11.4
	Oct.	72.8±4.0	74.5± 4.3	76.5±4.6 ^{a b}	32.1±10.3	65.6± 6.4	70.1± 4.8
	Mean	72.0±7.2	74.0± 7.3	73.6±8.3	31.0±22.2	67.1± 9.5	70.1± 8.3
Filly (Exp.5-2)	Jun.	68.3±4.2	70.0± 4.5	71.9±3.6 ^B	44.0± 5.8	66.5± 5.8	66.6± 4.6
	Jul.	74.0±1.8	76.1± 2.0	85.8±1.4 ^A	45.8± 6.0	72.5± 2.3	72.7± 2.4
	Mean	71.2±4.3	73.1± 4.6	78.9±7.5	44.9± 5.9	69.5± 5.3	69.2± 4.3

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

Table 66. DCP, TDN and DE contents of grass(Exp.5)

	DCP	TDN	DE
Mcal/kgDM			
Mare (Exp.5-1)	Jun.	7.1±0.6 ^{B c}	69.5± 6.6
	Jul.	15.0±0.3 ^{A a}	75.4± 2.5
	Aug.	10.7±1.4 ^{A B b}	64.0±10.7
	Oct.	12.5±0.8 ^{A b}	69.5± 4.4
	Mean	11.3±3.0	69.6± 7.9
Filly (Exp.5-2)	Jun.	8.5±0.4 ^B	66.9± 4.3
	Jul.	22.0±0.4 ^A	71.1± 2.2
	Mean	15.2±6.7	69.0± 4.0

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

Table 67. DCP, TDN and DE intake by the experimental horses(Exp.5)

		DCP		TDN		DE	
		g/d	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kcal/kgBW/d
Mare (Exp.5-1)	Jun.	1009.4±356.4 ^b	2.7±1.1	10.0±3.6	26.6±10.6	40.1±10.2	106.8±31.4
	Jul.	2348.0±562.3 ^a	6.1±1.4	11.8±3.0	30.5±7.3	55.0±13.9	141.6±34.1
	Aug.	1313.6±404.5 ^{a,b}	3.6±1.1	7.9±2.7	21.8±7.4	36.8±12.6	101.1±34.6
	Oct.	1613.3±319.8 ^{a,b}	4.1±0.9	9.0±1.9	22.9±5.0	40.6±8.5	103.3±23.1
	Mean	1571.1±651.2	4.1±1.6	9.7±3.2 ^x	25.5±8.5	43.1±13.5 ^x	113.2±35.2
Filly (Exp.5-2)	Jun.	718.6±108.5 ^B	3.6±0.7 ^B	5.7±0.9	28.7±5.9	24.9±4.1	126.1±26.3
	Jul.	1964.9±253.6 ^A	9.1±1.2 ^A	6.4±0.9	29.6±4.2	29.9±4.4	138.9±20.1
	Mean	1341.7±652.9	6.4±2.9	6.0±1.0 ^y	29.2±5.1	27.5±5.1 ^y	132.5±24.3

^{a,b}P<0.05, ^{A,B}P<0.01, ^{x,y}P<0.05

Table 68. Proportion of DCP, TDN and DE intake to maintenance requirements(NRC,1989) and body weight change(BWC) of the experimental horses(Exp.5)

	DCP	TDN	DE	BWC
	%			kg/d
Mare				
(Exp.5-1) Jun.	199.9± 77.5	347.3±136.5	316.7± 91.6	0.35±0.11 ^{a b}
Jul.	450.1±102.9	399.2± 95.9	421.3±101.9	0.47±0.09 ^a
Aug.	266.3± 81.9	283.6± 95.7	298.7±102.3	0.33±0.47 ^{a b}
Oct.	305.6± 64.2	300.4± 65.6	307.7± 68.3	0.17±0.06 ^b
Mean	305.5±123.5	336.1±104.6	332.6±111.1	0.33±0.27
Filly				
(Exp.5-2) Jun.	245.5± 45.3 ^B	340.0± 66.7	339.7± 68.1	0.88±0.17
Jul.	625.6± 78.7 ^A	357.1± 51.1	380.4± 55.2	0.58±0.23
Mean	435.5±200.6	348.6± 60.0	360.0± 65.2	0.73±0.25

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

よびDE摂取量は、成雌馬、育成雌馬ともに維持要求量の3～4倍程度であり、成雌馬で平均0.3kg/日、育成雌馬で0.7kg/日の増体がみられた。

④ 乾草採食量および消化率（試験6）

試験期間中の気象条件を表69に、乾草の化学成分およびエネルギー含量を表70にそれぞれ示した。成雌馬を用いた試験6-1における乾草のCP含量は試験6-2よりも低く、NDFおよびADF含量は逆に高い傾向があり、試験6-1に用いた乾草は試験6-2のものより低品質であった。

乾草の乾物採食量を表71に示した。1日あたりの乾物採食量は成雌馬の方が高かったが($P<0.05$)、体重あたりでは成雌馬と育成雌馬で同程度であった。

各飼料成分消化率を表72に、DCP、TDNおよびDE含量を表73にそれぞれ示した。各化学成分消化率は成雌馬と育成雌馬とで同程度であった。DCP含量は、供試した乾草のCP含量が異なったため、育成雌馬に給与した試験6-2において高かった。TNDおよびDE含量は成雌馬と育成雌馬で同程度であった。

DCP、TDN、DE摂取量を表74に、NRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合を表75にそれぞれ示した。TDNおよびDE摂取量は成雌馬と育成雌馬で同程度であり、どちらも維持要求量の1.5倍以上に相当した。一方成雌馬の体重あたりのDCP摂取量は育成雌馬より少なく($P<0.05$)、育成雌

Table 69. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection(Exp.6)

	Weather	Air temperature	Wind velocity	Relative humidity
		°C	m/s	%
Exp.6-1	Fine/cloud	-3.4±4.2	0.78±0.57	59.7±18.8
Exp.6-2	Fine/cloud	-2.8±4.0	1.41±0.85	56.6± 9.6

Table 70. Chemical composition of experimental hay(Exp.6)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
	%			%DM			Mcal/kgDM
Exp.6-1	88.0	94.6	6.8	1.4	73.1	44.3	4.40
Exp.6-2	85.3	91.2	14.0	2.7	60.1	34.0	4.42

Table 71. Dry matter intake of hay by the experimental horses
(Exp.6)

	kg/d	%BW/d
Mare (Exp.6-1)	10.1±0.9 ^a	2.9±0.3
Filly(Exp.6-2)	6.6±0.8 ^b	2.6±0.3

^{a b} P<0.05

Table 72. Apparent digestibility of nutrients and energy(Exp.6)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
Mare (Exp.6-1)	47.6±2.1	48.8±2.3	48.4±2.3	8.3±1.9	47.2±1.8	46.1±2.1	45.0±1.8
Filly(Exp.6-2)	49.4±2.6	51.8±2.7	52.7±3.0	4.4±16.1	49.7±3.8	47.4±3.8	48.0±3.0
Mean±SD	48.5±2.5	50.3±2.9	50.6±3.4	6.4±11.7	48.5±3.2	46.7±3.1	46.5±2.9

Table 73. DCP, TDN and DE contents of the experimental hay(Exp.6)

	DCP	TDN	DE
	%DM		Mcal/kgDM
Mare (Exp.6-1)	3.3±0.2 ^B	46.3±2.1	1.98±0.08
Filly(Exp.6-2)	7.4±0.4 ^A	47.4±3.0	2.12±0.13
Mean	5.3±2.1	46.9±2.7	2.05±0.13

^{A B} P<0.01

Table 74. DCP, TDN and DE intake by the experimental horses(Exp.6)

	DCP		TDN		DE	
	g/d	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kcal/kgBW/d
Mare (Exp.6-1)	335.3±43.4	0.9±0.1 ^b	4.7±0.7	13.3±2.0	20.2±2.7	57.2±8.5
Filly(Exp.6-2)	488.9±80.0	1.9±0.3 ^a	3.1±0.6	12.5±2.1	14.1±2.5	55.8±9.0

^{a b} P<0.05

Table 75. Proportion of DCP, TDN and DE intake to maintenance requirements(NRC,1989) and body weight change(BWC) of the experimental horses(Exp.6)

	DCP	TDN	DE	BWC
		%		kg/d
Mare (Exp.6-1)	69.8±	9.3 ^b	172.8±25.9	168.3±24.6
Filly(Exp.6-2)	136.2±20.8 ^a	154.1±25.7	156.8±25.6	0.10±0.13
				0.06±0.28

^{a b} P<0.05

馬は維持要求量を満たしていたが、成雌馬では維持要求量の70%程度であった。試験期間中の体重は、成雌馬、育成雌馬ともに減少することはなく、ほぼ維持していた。

⑤ クマイザサの採食量および消化率（試験7）

糞採取期間中の気象状況を表76に、クマイザサ葉部の化学成分およびエネルギー含量を試験3-1のミヤコザサ葉部の平均値とともに表77にそれぞれ示した。クマイザサの化学成分含量はミヤコザサとほぼ同程度であったが、NDFおよびADF含量がミヤコザサよりやや高く、CP含量がやや低い傾向にあった。

クマイザサ乾物採食量を、夏季林間放牧地における成雌馬のミヤコザサ採食量とともに表78に示した。クマイザサ乾物採食量は一日あたり($P < 0.01$)および体重あたり($P < 0.05$)のどちらにおいてもミヤコザサより少なかった。

各化学成分の消化率を表79に、DCP、TDNおよびDE含量を表80に、それぞれ夏季林間放牧地におけるミヤコザサの平均値とともに示した。EEおよびADF消化率はミヤコザサよりも高く($P < 0.05$)、その他についてはミヤコザサと同程度であった。またDCP、TDN、DE含量はすべてミヤコザサと同程度であった。

DCP、TDNおよびDE摂取量を表81に、NRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合および試験期間中の体重変化を表82にそれぞれ示した。TDN摂取量はわずかに維持要求量

Table 76. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection(Exp.7)

Weather	Air temperature	Wind velocity	Relative humidity
	°C	m/s	%
Fine/cloud	18.2±2.4	0.25±0.12	84.0±3.5

Table 77. Chemical composition of *Sasa senanensis* foliage(Exp.7)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
	%			%DM			Mcal/kgDM
<i>Sasa senanensis</i>	35.2	90.3	12.6	4.0	73.3	38.0	4.52
<i>Sasa nipponica</i> *	38.3	87.4	14.9	3.5	69.3	34.3	4.43

*Mean value of chemical composition in Exp.3-1

Table 78. Dry matter intake of *Sasa senanensis* by the experimental horses(Exp.7)

	kg/d	%BW/d
<i>Sasa senanensis</i>	5.6±0.7 ^B	1.6±0.2 ^b
<i>Sasa nipponica</i> *	8.9±0.6 ^A	2.5±0.3 ^a

*Intake in 1994 in exp.3-1

^{a,b} P<0.05, ^{A,B} P<0.01

Table 79. Apparent digestibility of nutrients and energy(Exp.7)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
<i>Sasa senanensis</i>	42.5±2.6	46.1±2.2	65.5±2.4	38.4±4.7 ^a	45.9±2.4	35.4±2.8	44.6±2.3
<i>Sasa nipponica</i> *	43.3±5.3	44.4±5.8	65.4±3.8	28.4±4.9 ^b	43.5±5.8	30.2±4.3	42.3±6.5

*Mean value of digestibility in Exp.3-1

^{a b} p<0.05Table 80. DCP, TDN and DE contents of *Sasa senanensis* (Exp.7)

	DCP	TDN	DE
	%DM		Mcal/kgDM
<i>Sasa senanensis</i>	8.3±0.3	43.6±2.1	2.02±0.11
<i>Sasa nipponica</i> *	9.7±0.5	40.2±5.5	1.88±0.34

*Mean value of contents in Exp.3-1

Table 81. DCP, TDN and DE intake by the experimental horses(Exp.7)

g/d	DCP		TDN		DE	
	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kg/d	kcal/kgBW/d
463.7±64.4	1.3±0.2	2.4±0.4	7.1±1.0	11.3±1.7	32.8±4.5	

Table 82. Proportion of DCP, TDN and DE intake to maintenance requirements(NRC,1989) and body weight change(BWC) of the experimental horses(Exp.7)

DCP	TDN	DE	BWC
98.7±12.6	91.5±12.7	96.2±13.4	0.13±0.38

を下回ったが、DCPおよびDE摂取量はほぼ維持要求量を満たしており、体重はわずかに増加した。

採食および休息時間、移動距離、樹皮はぎ行動について表83に示した。採食時間は566分/日と、一般的な放牧馬の採食時間よりも短い傾向にあった。移動距離は、同面積に同頭数を放牧した試験3-1の結果に比べて長い傾向があった。また、樹皮はぎ行動の回数も試験3-1に比べて多く、継続時間も長い傾向があった。

⑥ 草本・樹葉の採食量および消化率（試験8）

糞採取期間中の気象状況を表84に、各観察における主な採食種および採食時間の割合を表85にそれぞれ示した。6月、8月ともに放牧開始2日目にはイネ科植物のタツノヒゲ (*Diarrhena japonica*) やオオイトスゲ (*Carex sachalinensis v. alterniflora*) といった草本の採食時間割合が多い傾向にあったが、6日目にはヤマモミジ (*Acer palmatum v. matsumurae*) やサワシバ (*Carpinus cordata*) といった樹葉の採食時間割合が多くなり、草本と樹葉の採食時間割合が同程度となった。また10日目には、それまでほとんど採食しなかったアオダモ (*Fraxinus lanuginosa*) の採食時間割合も比較的多くなり、草本よりも樹葉の採食時間割合が多くなった。

草本・樹葉の化学成分およびエネルギー含量を表86に示した。各化学成分含量は、草本および樹葉の種別の成分含

Table 83. Time spent grazing and resting, moving distance and frequency and duration of biting bark (Exp.7)

Time		Distance		Biting bark	
Grazing	Resting	Total	with G* without G**	Frequency	Duration
min/d			km/d	times/d	min/d
566.3±5.3	584.8±40.5	9.8±0.1	3.6±0.2	37.7±7.4	95.3±45.3

* Moving distance with grazing

**Moving distance without grazing

Table 84. General weather condition and means of each climatic element during fecal collection(Exp.8)

		Air temperature	Wind velocity	Relative Humidity
		°C	m/s	%
Jun.	Fine/cloud	18.7±1.6	0.29±0.21	80.3±5.4
	Fine/cloud	18.2±1.8	0.31±0.18	89.1±6.4
Aug.	Rain/cloud	18.2±1.1	0.13±0.05	98.8±2.7
	Rain/fine	15.1±3.0	0.22±0.16	95.0±8.9

Table 85. Time spent grazing underlayers at each observation(%)(Exp.8)

	Jun.			Aug.		
	day 2	day 6	day10	day 2	day 6	day10
<i>Cardiocrinum Glehni</i>	21.7	-	-	-	-	-
<i>Carex sachalinensis v.alterniflora</i>	16.1	20.8	18.3	19.9	21.9	10.4
* <i>Acer palmatum v.matsumurae</i>	12.5	10.2	10.0	11.3	21.1	12.0
<i>Diarrhena japonica</i>	11.8	12.9	0.3	28.6	8.8	3.2
<i>Cacalia hastata v.orientalis</i>	9.0	1.5	-	1.0	2.2	1.2
* <i>Rhus ambigua</i>	5.8	2.1	1.0	0.7	1.0	-
* <i>Carpinus cordata</i>	4.2	11.8	15.9	8.5	23.3	13.6
<i>Disporum smilacinum</i>	4.0	14.4	14.3	0.1	6.9	2.6
<i>Carex aphanolepis</i>	2.2	5.6	-	8.7	5.7	0.3
<i>Carex siderosticta</i>	1.7	2.5	9.4	3.2	-	0.8
<i>Sanicula elata</i>	0.3	1.1	0.2	5.0	0.5	-
* <i>Fraxinus lanuginosa</i>	-	0.5	5.0	-	-	10.3

*Foliage of tree

Table 86. Chemical composition of herbs and foliage(Exp.8)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	ADL	GE

量を採食時間で補正して試算した。ADFおよびADL含量は、6月および8月のどちらにおいても6日目より10日目の方が高い傾向にあったが、その他の成分については6日目と10日目で同程度だった。またCPおよびEE含量は6月よりも8月において低く、ADFおよびADL含量は8月において高い傾向があった。

乾物採食量を表87に示した。6月および8月のどちらにおいても、乾物採食量は10日目において6日目よりも少なかった($P<0.05$)。

各飼料成分消化率を表88に示した。6月のEEおよびADF消化率を除き、その他のすべての消化率は6月、8月ともに6日目よりも10日目の方が低かった($P<0.05$)。また8月の6日目の消化率は6月の10日目の消化率と同程度であり、6月の6日目より低かった($P<0.05$)。

DCP、TDNおよびDE含量を表89に示した。6月のDCP含量を除き、他の項目についてはすべて6月、8月ともに6日目よりも10日目において低かった($P<0.01$)。また、6月の10日目のDCP含量は8月の6日目よりも高く($P<0.01$)、TDNおよびDE含量は同程度だった。

DCP、TDNおよびDE摂取量を表90に、NRC(1989)の維持要求量に対する摂取量の割合を表91にそれぞれ示した。6月および8月ともに、6日目よりも10日目において摂取量が少なかったが($P<0.05$)、もっとも摂取量の少なかった8月の10日目においても維持要求量の150%以上を摂取していた。

Table 87. Dry matter intake of
herbs and foliage(Exp.8)

	kg/d	%BW/d
Jun. day 6	$7.0 \pm 0.7^{a\ b}$	3.3 ± 0.2^a
day10	6.0 ± 0.4^b	2.8 ± 0.1^b
Aug. day 6	7.3 ± 0.3^a	3.1 ± 0.1^a
day10	6.5 ± 0.3^b	2.8 ± 0.2^b

^{a b} $P < 0.05$

Table 88. Apparent digestibility of nutrients and energy(Exp.8)

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
Jun. day 6	68.7±2.0 ^{Aa}	69.3±1.9 ^A	74.0±1.1 ^{Aa}	56.6±1.3 ^A	61.5±2.3 ^A	50.4±1.9 ^{Aa}	65.3±1.7 ^A
day10	61.3±1.2 ^{ABb}	61.7±1.2 ^B	69.7±0.8 ^{ABb}	56.5±4.1 ^{AB}	46.3±1.7 ^{BCb}	39.5±2.3 ^{BCc}	56.3±1.2 ^B
Aug. day 6	61.8±1.9 ^B	61.9±1.8 ^B	68.8±0.8 ^B	48.0±2.8 ^B	55.5±2.4 ^{ABa}	44.6±1.6 ^{ABb}	57.2±1.8 ^B
day10	50.8±1.7 ^C	51.3±1.7 ^C	57.0±0.4 ^C	27.7±6.2 ^C	43.4±0.9 ^C	34.2±0.6 ^{Cd}	45.6±1.5 ^C

^{a b c} P<0.05, ^{ABC} P<0.01

Table 89. DCP, TDN and DE contents of herbs and foliage(Exp.8)

	DCP	TDN	DE
		%DM	Mcal/kgDM
Jun. day 6	11.8±0.2 ^A	67.7±1.8 ^A	2.98±0.08 ^A
day10	11.7±0.1 ^A	60.7±1.1 ^B	2.54±0.06 ^B
Aug. day 6	9.9±0.1 ^B	59.3±1.6 ^B	2.61±0.08 ^B
day10	8.2±0.1 ^C	49.0±1.8 ^C	2.12±0.07 ^C

^{ABC} P<0.01

Table 90. DCP, TDN and DE intake by the experimental horses(Exp.8)

	DCP		TDN		DE	
	g/d	g/kgBW/d	kg/d	g/kgBW/d	Mcal/d	kcal/kgBW/d
Jun. day 6	826.5±97.5 ^{ABa}	3.9±0.3 ^{Aa}	4.7±0.6 ^A	22.3±1.8 ^{Aa}	20.8±2.7 ^{ABa}	98.4±7.7 ^A
day10	697.2±53.9 ^{ABa}	3.3±0.1 ^{Ab}	3.6±0.3 ^{AB}	17.1±0.6 ^{ABb}	15.2±1.4 ^{ABb}	71.6±2.6 ^{BCa}
Aug. day 6	725.5±20.9 ^A	3.1±0.1 ^A	4.3±0.2 ^A	18.4±0.9 ^{ABab}	19.1±1.0 ^{Aa}	81.1±4.4 ^{AB}
day10	531.0±23.4 ^{Bb}	2.3±0.1 ^B	3.2±0.2 ^B	13.6±1.2 ^{BC}	13.8±1.0 ^{Bb}	58.9±5.0 ^{Cb}

^{a b} P<0.05, ^{ABC} P<0.01

Table 91. Proportion of DCP, TDN and DE intake to maintenance requirements(NRC,1989)(Exp.8)

	DCP		TDN		DE	
				%		
Jun. day 6	266.3±19.5 ^{Aa}	268.2±22.8 ^{Aa}	268.5±22.6 ^A			
day10	225.0±7.8 ^{Aab}	205.3±8.2 ^{ABb}	195.4±8.4 ^{BCb}			
Aug. day 6	214.4±6.2 ^{Ab}	225.5±11.2 ^{ABa}	225.7±12.0 ^{ABa}			
day10	157.0±8.8 ^B	166.5±14.5 ^{BC}	163.7±13.5 ^{Cc}			

^{abc} P<0.05, ^{ABC} P<0.01

試験期間中の体重変化を表92に示した。6月および8月ともに6日目までは体重が増加した。6月では6日目以降も体重は増加したが、8月においては6日目以降体重が減少し、6日目～10日目の体重の減少は8月において大きかった($P < 0.05$)。10日間の試験期間を通しての体重変化は、6月においては0.3kg/日程度増加したが、8月ではほぼ維持であった。

採食および休息時間、移動距離を表93に示した。6月および8月ともに、採食時間は6日目と10日目で差はなかったが、6月より8月の方が長い傾向があった。また、移動距離は8月の方が短い傾向があった。

Ⅲ - 2 - 4. 考察

① 林間放牧地におけるミヤコザサ採食量および消化率、採食行動に影響を及ぼす要因

夏季林間放牧地における成雌馬のミヤコザサ採食量(試験3-1)は、'94年に測定した採食量が体重の2.5%ともっとも多かった。これは、Gudmundsson and Dyrmondsson (1994)による舎飼時の馬の採食量の上限値に相当した。'94年と比較して、'96年に測定した乾物採食量は2.2%と低い傾向にあったが、ミヤコザサ葉部の現存量が乾物で1日1頭あたり体重の2.2%であり、放牧地内のミヤコザサを全て採食した試算となる。したがって、'96年においては

Table 92. Body weight change of the experimental horses during experimental period(Exp.8)

	Day1-6	Day6-10	Day1-10
	kg/d		
Jun.	0.33±0.41	0.17±0.12 ^a	0.27±0.21
Aug.	0.33±0.27	-0.67±0.31 ^b	-0.07±0.12

^{a b} P<0.05

Table 93. Time spent grazing and resting and moving distance of the experimental horses(Exp.8)

Paddock No.	Time		Distance	
	Grazing	Resting	Total	with G* without G**
	min/d		km/d	
Jun. day 6	862.2±29.1 ^{Bb}	370.1±26.4 ^A	12.0±0.1 ^A	6.2±0.5 ^a 5.8±0.4 ^a
day10	920.9±47.3 ^{ABa b}	403.8±29.2 ^A	10.6±0.3 ^B	6.5±0.8 ^a 4.1±0.8 ^a
Aug. day 6	972.2±22.2 ^{ABa}	357.0±20.5 ^A	6.5±0.2 ^C	4.3±0.6 ^b 2.2±0.8 ^b
day10	1007.0±17.5 ^A	270.3±15.1 ^B	9.5±0.6 ^B	6.3±0.8 ^{a b} 3.2±0.2 ^{a b}

* Moving distance with grazing

**Moving distance without grazing

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

ミヤコザサの現存量が北海道和種馬の採食量を制限した可能性も考えられる。

さらに、'95年に測定した乾物採食量は体重の1.9%と低かった。馬は夏季の放牧地において、有害飛来昆虫の活動時間である昼間の採食時間を減らし、夜間の採食時間を増加させることが報告されている (Mayes and Duncan, 1985)。'95年の行動観察中は気温の変化が小さく、湿度の高い日であり、ハエやアブなどの飛来昆虫が多かった。したがって、こうした飛来昆虫を回避するための移動距離および時間が増加し、採食および休息時間がともに短かったものと考えられ、さらには他の年に比べて採食量が少ない傾向にあった原因である可能性も示唆された。

夏季林間放牧地における育成雌馬の採食量 (試験3-2) は、放牧開始10日目において6日目よりも採食量が少なく、消化率が低い傾向にあった。供試放牧地は試験開始まで放牧利用されたことがなく、当年生および越年生ミヤコザサが混在していた。第II章より、越年生ミヤコザサは当年生ミヤコザサに比べて化学成分含量が低いことから、栄養価も低いと考えられる。したがって、当年生および越年生ミヤコザサが混在している放牧地において、北海道和種馬は当年生ミヤコザサを選択的に採食する可能性が考えられる (Kawai et al., 1995)。ミヤコザサの現存量が減少してきた10日目においては、採食量および採食時間が低下したが、当年生ミヤコザサの残存している場所を探索して移動

する距離が増加し、1日あたりの移動距離も長かったと考えられる。またOM、CP、EEなどの化学成分およびGE含量が6日目に比べて10日目で低い傾向にあったのは、放牧地内の当年生ミヤコザサ現存量が減少したためであり、10日目には残存した越年生ミヤコザサを採食する割合が多かったものと思われる。本試験では供試馬の体重は試験期間を通してはほぼ維持していたが、試験後半においては体重が減少した。当年生および越年生ミヤコザサが混在する林間放牧地においては、その混在する割合も考慮に入れて放牧頭数および日数を設定する必要がある。

冬季林間放牧地におけるミヤコザサ採食量を測定した試験4-1および4-2において、積雪期には非積雪冬季より採食量が少なく、採食時間が短くなる傾向があり、体重も減少した。また、樹皮はぎ行動の回数が積雪期に多く、継続時間も長かった。北米大陸やイギリスの自然草地において、特に草量が不足した場合に馬は灌木を採食することが報告されているが(Hansen, 1976; Putman et al., 1987)、北海道和種馬の樹皮はぎ行動には積雪量も関係していることが示唆された。これらのことから、本試験における35~55cmという積雪量では、北海道和種馬の採食行動および採食量が制限されるため、体重を維持することが困難であり、また樹皮はぎ行動からみて樹木に対する影響も大きいと考えられた。よって、北海道和種馬の冬季林間放牧においては、今後積雪量についても検討していく必要がある。

一方、試験4-2の6牧区においては10cmと積雪量が少なく、ミヤコザサが雪面下に隠れることはなかったが、採食量が低く、採食時間が短くなる傾向にあった。Miller(1983a)はFeral horseの利用場所に、地形が影響していることを報告している。6牧区は10牧区および414林班と比べて放牧地内の地形が複雑であり、こうした放牧地内の地形が採食量および採食行動に影響した可能性も考えられる。

② 成雌馬と育成雌馬の採食量および消化率の比較

夏季林間放牧地における北海道和種成雌馬（試験3-1）および育成雌馬（試験3-2）のミヤコザサ乾物採食量を表94に示した。また各化学成分消化率を表95に、DCP、TDNおよびDE含量を表96にそれぞれ示した。成雌馬の採食量については、気象条件やミヤコザサ現存量によって制限されなかったと考えられる'94年の値、消化率および可消化養分については3年間の平均値、育成雌馬については採食量および消化率が低下しなかったと考えられる6日目の値を示した。

1日あたりの乾物採食量は成雌馬の方が育成雌馬より多かったが($P<0.01$)、体重あたりでは育成雌馬の方がやや多い傾向があった。これは、ミヤコザサを北海道和種馬に刈り取り給与した試験結果(Kawai et al., 1995)や、低品質のイネ科乾草を成去勢馬および育成去勢馬に自由採食させた報告(Aiken et al., 1989)と同様の傾向であった。

Table 94. Comparison of dry matter intake
of *Sasa nipponica* between mares
and fillies in summer

	kg/d	%BW/d
Mare (Exp.3-1)*	8.9±0.6 ^A	2.5±0.3
Filly(Exp.3-2)**	5.6±0.7 ^B	2.7±0.4

* Intake in 1994 in exp.3-1

**Intake at 6th day in exp.3-2

^A^B P<0.01

Table 95. Comparison of apparent digestibility of nutrients and energy between mares and fillies in summer

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
Mare (Exp.3-1)*	43.3±5.3	44.4±5.8	65.4±3.8	28.4±4.9	43.5±5.8	30.2±4.3	42.3±6.5
Filly(Exp.3-2)**	39.8±5.3	40.8±5.3	61.5±5.2	21.7±6.0	36.5±5.6	22.3±8.5	37.9±5.8

* Mean value in exp.3-1

**Digestibility at 6th day in exp.3-2

Table 96. Comparison of DCP, TDN and DE contents of *Sasa nipponica* between in mares and fillies in summer

	DCP	TDN	DE
	%DM		Mcal/kgDM
Mare (Exp.3-1)*	9.7±0.5 ^b	40.2±5.5	1.88±0.34
Filly(Exp.3-2)*	11.5±1.0 ^a	39.1±5.2	1.78±0.34

* Mean value in exp.3-1

**Digestibility at 6th day in exp.3-2

^{a b} P<0.05

各化学成分消化率は、統計的に差はなかったが、NDFおよびADFにおいて育成雌馬の方が低い傾向にあった。Aiken et al.(1989)は育成去勢馬にイネ科乾草を給与した試験で、NDF消化率は成去勢馬と同程度であるが、ヘミセルロースの消化率は低いことを報告しており、北海道和種馬においても育成雌馬の繊維成分の消化能力は、成雌馬よりも低い可能性があることが示唆された。一方ミヤコザサ葉部、チモシー主体生牧草、チモシー主体乾草を屋外ペンにおいて給与した試験において、15ヶ月齢の育成雌馬のミヤコザサ消化率は成雌馬と同程度であった(Kawai et al.,1995)。また、第II章において、ミヤコザサの化学成分含量は、場所によって異なることを指摘しており、本試験においても試験3-1と3-2を行った放牧地はそれぞれ附属苫小牧演習林内の異なった場所であった。化学成分含量も、NDFおよびADF含量が試験3-2において高い傾向にあり、これらを考慮すると、13ヶ月齢程度の育成雌馬の消化能力は成雌馬と同程度であると考えられる。DCP含量は育成雌馬を用いて測定した方が成雌馬よりも高かったが($P<0.05$)、これも試験3-2におけるミヤコザサのCP含量が高かったためであり、TDNおよびDE含量に差はなく、夏季林間放牧地におけるミヤコザサの育成雌馬に対する栄養価は、成雌馬と同程度であると考えられる。

冬季林間放牧地における北海道和種成雌馬および育成雌馬のミヤコザサ乾物採食量を表97に示した。また各化学成

Table 97. Comparison of dry matter intake of *Sasa nipponica* between mares and fillies in winter

	kg/d	%BW/d
Mare (Exp.4-1)*	8.3±0.4 ^A	2.2±0.1
Filly(Exp.4-2)*	6.1±0.4 ^B	2.4±0.1

* Intake on paddock No.10

^{AB} P<0.01

Table 98. Comparison of apparent digestibility of nutrients and energy between mares and fillies in winter

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
Mare (Exp.4-1)*	37.5±1.2	39.8±2.4	72.0±3.7	35.8±8.8	26.5±4.6	—	38.7±2.4
Filly(Exp.4-2)**	38.9±2.6	39.8±4.3	69.5±2.5	40.1±9.0	27.2±5.6	16.4±8.6	40.4±3.3

* Mean value in exp.4-1

**Mean value in exp.4-2

Table 99. Comparison of DCP, TDN and DE contents of *Sasa nipponica* between in mares and fillies in winter

	DCP	TDN	DE
	%DM		Mcal/kgDM
Mare (Exp.4-1)*	8.9±0.9	35.2±1.9	1.63±0.10 ^b
Filly(Exp.4-2)**	9.3±0.8	35.7±3.5	1.79±0.11 ^a

* Mean value in exp.4-1

**Mean value in exp.4-2

^{a b} P<0.05

分消化率を表98に、DCP、TDNおよびDE含量を表99にそれぞれ示した。乾物採食量については、積雪量や放牧地内の地形によって採食量が制限されなかったと考えられた10牧区における試験結果を示した。消化率および可消化養分については、成雌馬、育成雌馬ともに各供試放牧地間で差があったが、ミヤコザサ自体の化学成分含量の違いによると考えられるため、全試験の平均値を示した。

乾物採食量は1日あたりでは成雌馬のほうが多かったが($P<0.05$)、体重あたりでは育成雌馬のほうが多い傾向があり、夏季と同様の傾向であった。各飼料成分消化率は成雌馬と育成雌馬の間で同程度であった。DE含量は育成雌馬を用いて測定した方が成雌馬よりも高かったが($P<0.01$)、DCPおよびTDN含量は同程度であった。よって、冬季林間放牧地においても、夏季と同様ミヤコザサの育成雌馬に対する栄養価は、成雌馬と同程度であることが示唆された。

③ 夏季と冬季ミヤコザサ採食量および消化率の比較

夏季(試験3)および冬季(試験4)におけるミヤコザサの化学成分含量の平均値を表100に示した。CP($P<0.05$)、EE($P<0.05$)、NDF($P<0.01$)、ADF($P<0.05$)含量は夏季において冬季よりも高かった。DM、OM、GE含量は夏季と冬季で同程度であった。

夏季および冬季林間放牧地におけるミヤコザサ乾物採食量を表101に示した。大原(1948)の報告によると、非積雪

Table 100. Comparison of chemical composition of *Sasa nipponica* between in summer and winter

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
Summer(Exp.3)	35.7±5.4	88.8±2.7	15.8±1.7 ^a	3.7±0.5 ^a	70.1±2.4 ^A	35.0±0.9 ^a	4.50±0.16
Winter(Exp.4)	41.0±11.8	85.9±0.5	12.9±0.8 ^b	2.8±0.2 ^b	59.6±2.9 ^B	31.9±1.0 ^b	4.32±0.15

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

Table 101. Comparison of dry matter intake of *Sasa nipponica* on woodland pasture between in summer and winter

	Mare		Filly	
	kg/d	%BW/d	kg/d	%BW/d
Summer	8.9±0.6 ^a	2.5±0.3 ^a	5.7±0.7 ^{AB}	2.7±0.4 ^a
Winter(Non-snowy)	8.3±0.4 ^{a b}	2.2±0.1 ^{a b}	6.1±0.4 ^A	2.4±0.2 ^a
(Snowy)	7.2±1.0 ^b	1.8±0.2 ^b	4.9±0.6 ^B	2.1±0.2 ^b

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

冬季の林間放牧地における重種育成去勢馬のミヤコザサ乾物採食量は体重の約2.3%であった。本試験の北海道和種育成雌馬においても、非積雪冬季のミヤコザサ乾物採食量は体重の2.4%と、大原(1948)の報告と同程度であった。一方、非積雪冬期の乾物採食量は、成雌馬、育成雌馬ともに夏季と同程度であったが、成雌馬の積雪期の乾物採食量は夏季よりも低く($P<0.05$)、育成雌馬の積雪期の乾物採食量も夏季および非積雪冬期より低かった。よって、本試験における30~50cm程度の積雪量は、北海道和種馬の採食量を制限する要因であることが示唆された。

各化学成分消化率を表102に、DCP、TDNおよびDE含量を表103にそれぞれ示した。消化率および可消化養分含量については、成雌馬と育成雌馬で差がなかったため、平均値を示した。CPおよびEE消化率は冬季の方が高く($P<0.01$)、NDFおよびADF消化率は夏季の方が高かった($P<0.01$, $P<0.05$)。またTDN含量は冬季において夏季より低かったが($P<0.01$)、DCPおよびDE含量は夏季と冬季で同程度であった。

NDFおよびADF含量は冬季において夏季より低かったにもかかわらず、消化率は低い結果となった。このことから、ミヤコザサ繊維成分の組成は夏季と冬季で異なっていることも考えられ、冬季においてTDN含量が低かった原因かもしれない。一方夏季および冬季の試験を行った供試牧区間でのミヤコザサ化学成分含量の違いを考慮すると、ミヤコ

Table 102. Comparison of apparent digestibility of nutrients and energy on woodland pasture between in summer and winter

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
				%			
Summer	40.0±4.8	40.2±4.8	64.5±4.5 ^B	26.7±6.0 ^B	41.8±6.5 ^A	26.2±7.8 ^a	38.3±4.4
Winter	38.4±2.3	39.8±3.7	70.4±3.2 ^A	38.6±9.2 ^A	27.0±5.2 ^B	16.4±8.6 ^b	39.8±3.1

^a^bP<0.05, ^A^BP<0.01

Table 103. Comparison of DCP, TDN and DE contents of *Sasa nipponica* between in summer and winter

	DCP	TDN	DE
		%DM	Mcal/kgDM
Summer	9.7±0.5	40.2±5.5 ^A	1.88±0.34
Winter	9.2±0.9	35.5±3.0 ^B	1.73±0.13

^A^B P<0.01

ザサの栄養価は夏季と冬季で同程度であると考えられる。第II章でも述べたように、ミヤコザサは季節による化学成分およびエネルギー含量の変化が小さく、冬季においてもCP含量が高い。よって、常緑であるミヤコザサは、北海道和種馬林間放牧における冬季の有用な飼料であることが示唆された。

④ ミヤコザサと生牧草および乾牧草の比較

ミヤコザサ、チモシー主体生牧草、チモシー主体乾牧草の乾物採食量を表104に示した。ミヤコザサについては、採食量が制限されなかったと考えられる夏季に測定した値を示した。成雌馬のミヤコザサ採食量は生牧草($P<0.01$)および乾牧草($P<0.05$)よりも低く、育成雌馬のミヤコザサ採食量は生牧草よりも低く($P<0.05$)、乾牧草と同程度であった。馬の乾物採食量は舎飼時で一般的に体重の約2.5%程度と報告されているが(Gudmundsson and Dyrmondsson, 1994)、牧草放牧地における北海道和種馬の乾物採食量はこれに比べてかなり多く、成雌馬および育成雌馬でそれぞれ体重の3.6、4.2%であった。また乾牧草の乾物採食量も、舎飼時に測定したMaeta et al.(1992)の値(1.7~2.3%)よりも多い傾向があった。本試験においては2.4haのドライロットで乾草を給与しており、一日4km程度の移動が観察される。したがって、運動のために必要なエネルギーを摂取するため、採食量が多くなると考えられる。また、試

Table 104. Comparison of dry matter intake among *Sasa nipponica* on woodland pasture, fresh grass on improved pasture and grass hay on dry lot

	Mare		Filly	
	kg/d	%MW/d	kg/d	%BW/d
<i>Sasa nipponica</i> *	8.9±0.6 ^{Bb}	2.5±0.3 ^{Bb}	5.7±0.7 ^b	2.7±0.4 ^b
Fresh grass	13.6±3.2 ^A	3.6±0.9 ^A	8.7±1.1 ^a	4.2±0.6 ^a
Grass hay	10.1±0.9 ^{ABa}	2.9±0.3 ^{ABa}	6.6±0.8 ^b	2.6±0.3 ^b

*Intake in summer

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

験3-1においては北海道和種馬のミヤコザサ乾物採食量がサラブレッド系雑種馬よりも多い傾向にあることを示した。北海道和種馬と同じ日本在来馬である木曽馬の消化管重量が軽種馬よりも大きいことから（辻井，1985）、北海道和種馬の採食量は、一般的に軽種馬を用いて報告されている馬の採食量よりも多いものと考えられる。

供試したミヤコザサ、チモシー主体生牧草、チモシー主体乾牧草の化学成分消化率を表105に、DCP、TDNおよびDE含量を表106にそれぞれ示した。すべての飼料において成雌馬と育成雌馬で消化率に差がないものと考えられたので、成雌馬および育成雌馬の平均値を示した。またミヤコザサについては夏季と冬季で統計的な差がなかったため、夏季および冬季の平均値を示した。

ミヤコザサのDM、OM、NDF、ADF消化率は生牧草および乾牧草よりも低かった（ $P<0.01$ ）。CP消化率は生牧草よりも低かったが（ $P<0.05$ ）、68.3%と高いものであり、乾牧草よりも高かった（ $P<0.01$ ）。EE消化率は生牧草と同程度であり、乾牧草よりも高かった（ $P<0.01$ ）。またGE消化率は生牧草よりも低く（ $P<0.01$ ）、乾牧草と同程度であった。ミヤコザサのDCP含量は生牧草よりも低かったが（ $P<0.01$ ）、9.5%DMと高いものであり、乾牧草よりも高かった（ $P<0.01$ ）。TDN含量は生牧草および乾牧草よりも低かったが（ $P<0.01$ ）、DE含量は乾牧草と同程度であった。

林間放牧地におけるミヤコザサの消化率は、重種育成去

Table 105. Comparison of apparent digestibility of nutrients and energy among *Sasa nipponica*, fresh grass and grass hay

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
	%						
<i>Sasa nipponica</i>	39.8±4.2 ^C	40.9±5.1 ^C	68.3±4.7 ^{A^b}	34.5±10.0 ^A	32.0±9.0 ^C	19.2±9.5 ^C	40.3±4.7 ^B
Fresh grass	71.7±6.4 ^A	73.7±6.5 ^A	75.3±8.4 ^{A^a}	35.6±19.5 ^A	67.9±8.4 ^A	67.2±6.9 ^A	69.8±7.2 ^A
Grass hay	48.5±2.5 ^B	50.3±2.9 ^B	50.6±3.4 ^B	6.4±11.7 ^B	48.5±3.2 ^B	46.7±3.1 ^B	46.5±2.9 ^B

 a^b $P < 0.05$, $_{ABC}$ $P < 0.01$

Table 106. Comparison of DCP, TDN and DE contents among *Sasa nipponica*, fresh grass and grass hay

	DCP	TDN	DE
	%DM	%DM	Mcal/kgDM
<i>Sasa nipponica</i>	9.5 ± 1.0 ^B	37.0 ± 4.5 ^C	1.78 ± 0.23 ^B
Fresh grass	12.6 ± 5.0 ^A	69.4 ± 6.9 ^A	3.16 ± 0.35 ^A
Grass hay	5.3 ± 2.1 ^C	46.9 ± 2.7 ^B	2.05 ± 0.13 ^B

ABC $P < 0.01$

勢馬を用いた大原(1948)の報告によると、CP、EE、粗繊維(CF)でそれぞれ75.6、48.5、48.4%、またミヤコザサのDCP含量は9.3%DMであった。これらの値に比べて本試験では消化率は若干低い傾向にあったが、DCP含量はほぼ同程度であった。また冬季林間放牧地においても北海道和種馬の体重は維持、もしくはわずかに増加していた。したがって、積雪量などによって採食量および採食行動が制限されない場合には、ミヤコザサは北海道和種馬放牧における有用な飼料であると考えられる。

以上より、ミヤコザサのDCP含量は高く、生牧草と乾牧草の間の値程度であり、DE含量は乾牧草と同程度であった。よって、ミヤコザサの栄養価は年間を通して変動が小さく、生牧草と乾牧草の中間程度であり、ミヤコザサを飼料とした林間放牧において北海道和種馬の体重を維持もしくは若干の増体を見込めるものと考えられた。

⑤ ミヤコザサとクマイザサおよび草本・樹葉の比較

ミヤコザサ、クマイザサ、草本・樹葉の乾物採食量を表107に示した。ミヤコザサについては採食量が制限されなかったと考えられる夏季に測定した値を示した。草本・樹葉については6月および8月の6日目の平均値と10日目の平均値を示した。

クマイザサの乾物採食量はミヤコザサよりも低かった。

Carson and Wood-Gush(1983)は総説の中で、採食行動に影

Table 107. Comparison of dry matter intake among *Sasa nipponica*,
Sasa senanensis and herbs and foliage on woodland
pasture

	Mare		Filly	
	kg/d	%MW/d	kg/d	%BW/d
<i>Sasa nipponica</i> *	8.9±0.6 ^A	2.5±0.3 ^a	5.7±0.7 ^b	2.7±0.4 ^b
<i>Sasa senanensis</i>	5.6±0.7 ^B	1.6±0.2 ^b	—	—
Herbs and foliage(1)**	—	—	7.1±0.6 ^a	3.2±0.2 ^a
Herbs and foliage(2)	—	—	6.2±0.4 ^b	2.8±0.1 ^b

*Intake in summer in 1994(Exp.3-1)

** (1)Mean value in 6th day in Jun. and Aug.

(2)Mean value in 10th day in Jun. and Aug.

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

響する要因として年齢や個体毎の経験、選択能力をあげている。供試した北海道和種馬は、本学附属牧場内のミヤコザサを林床植物とする林間放牧地において飼養されており、クマイザサを採食した経験はない。クマイザサの主な飼料成分含量はミヤコザサと同様であったが、嗜好性に影響する微量な成分が異なることも考えられる。これまでのクマイザサを飼料とした肉用牛の林間放牧に関する研究は、植生の変化や増体量についてのものであり、クマイザサの嗜好性については検討されていない。本研究の結果は、供試した北海道和種馬の経験が関係していると考えられるが、嗜好性については今後クマイザサを飼料として利用する場合に検討すべき点であるかもしれない。

クマイザサの採食量を測定した試験7においては、採食時間が短い傾向にあった。これは、観察日の相対湿度が比較的高く、有害飛来昆虫が多かったためであり、飛来昆虫を避けるための移動が多くなったためと考えられる。一般に、高栄養飼料を給与して採食時間が短くなると、咀嚼に対する欲求が満たされず異常行動が発現し (Laut et al., 1985)、木の柵や板などをかじる行動が増えることが報告されている (Willard et al., 1977)。本試験の結果から、放牧地においても採食時間が短くなった場合、こうした行動が増加する可能性が示唆された。

北海道和種馬と同じ日本在来馬である御崎馬は、ノシバ主体の自然草地に周年放牧されており、夏季の乾物採食量

は成雌馬で体重の2.2～2.5%と報告されている（黒木・池田, 1974; 黒木ら, 1975）。本試験における草本・樹葉の採食量測定には育成雌馬を用いているが、御崎馬のものより大きい傾向にあった。

草本・樹葉の採食量は、放牧開始6日目にはミヤコザサよりも多かったが($P < 0.05$)、10日目には同程度であった。放牧期間中、草本・樹葉の現存量は充分量であったが、この中には和種馬が採食しない種も含まれている（岡野・岩元, 1989）。種別の採食時間割合も6日目および10日目で変化していることから、草本・樹葉の採食量には放牧地内の現存量や現存する種の構成が影響しているものと考えられる。

ミヤコザサ、クマイザサ、草本・樹葉の各化学成分およびエネルギー消化率を表108に、DCP、TDNおよびDE含量を表109にそれぞれ示した。ミヤコザサについては成雌馬と育成雌馬、また夏季と冬季でそれぞれ差がないと考えられたので平均値を示した。草本・樹葉については、もっとも高い値であった6月の6日目、およびもっとも低い値であった8月の10日目の値を示した。

大原(1948)は、重種育成去勢馬にクマイザサを刈り取り給与し、DM、OM、CP、EEの消化率をそれぞれ36～50、34～54、69～78、33～36%と報告している。この報告では11月と7月に刈り取ったクマイザサで消化率に差があるとしているが、9月に測定した本試験のクマイザサ消化率は、ほ

Table 108. Comparison of apparent digestibility of nutrients and energy among *Sasa nipponica*, *Sasa senanensis* and herbs and foliage

	DM	OM	CP	EE	NDF	ADF	GE
<i>Sasa nipponica</i>	39.8±4.2 ^{Bb}	40.9±5.1 ^{Bb}	68.3±4.7 ^A	34.5±10.0 ^B	32.0±9.0 ^{Bb}	19.2±9.5 ^{Bb}	40.3±4.7 ^B
<i>Sasa senanensis</i>	42.5±2.6 ^{Bb}	46.1±2.2 ^B	65.5±2.4 ^{Ab}	38.4±4.7 ^B	45.9±2.4 ^{Ba}	35.4±2.8 ^{Ba}	44.6±2.3 ^B
Herbs and foliage(1)*	68.7±2.0 ^A	69.3±1.9 ^A	74.0±1.1 ^{Aa}	56.6±1.3 ^A	61.5±2.3 ^A	50.4±1.9 ^A	65.3±1.7 ^A
Herbs and foliage(2)	50.8±1.7 ^{Ba}	50.3±1.7 ^{Ba}	57.0±0.4 ^B	27.7±6.2 ^B	43.4±0.9 ^B	34.2±0.6 ^{Ba}	45.6±1.5 ^B

* (1) Digestibility in 6th day in Jun.

(2) Digestibility in 10th day in Aug.

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

Table 109. Comparison of DCP, TDN and DE contents among *Sasa nipponica*, *Sasa senanensis* and herbs and foliage

	DCP	TDN	DE
<i>Sasa nipponica</i>	9.5±1.0 ^{ABb}	37.0±4.5 ^{Bb}	1.78±0.23 ^B
<i>Sasa senanensis</i>	8.3±0.3 ^B	43.6±2.1 ^{Bb}	2.02±0.11 ^B
Herbs and foliage(1)*	11.8±0.2 ^{Aa}	67.7±1.8 ^A	2.98±0.08 ^A
Herbs and foliage(2)	8.2±0.1 ^B	49.0±1.8 ^{Ba}	2.12±0.07 ^B

* (1) Content in 6th day in Jun.

(2) Content in 10th day in Aug.

^{a b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

ばこの範囲内であった。クマイザサのNDFおよびADF消化率はミヤコザサよりも高かったが、その他の化学成分消化率および各可消化養分含量はミヤコザサと同程度であった。よって、クマイザサの栄養価はミヤコザサと同程度であり、生牧草と乾牧草の間の値程度であった。

加世田ら(1986)は御崎馬による夏季の採食草本・樹葉のCP、EE、CF消化率をそれぞれ49~73、14~39、45~52%とし、TDN含量は54~58%DMと報告している。本試験における6月の6日目の値はいずれも御崎馬のものより高い傾向があったが、8月の10日目の値はこの範囲内もしくはやや低い傾向にあった。

本試験における草本・樹葉の消化率をミヤコザサと比較すると、8月の10日目におけるCP消化率が低かった($P<0.05$)以外はミヤコザサと同程度もしくは高かった($P<0.05$)。また8月の10日目のDCP含量およびTDN含量はミヤコザサと同程度であったが、それ以外についてはすべてミヤコザサよりも高かった($P<0.05$)。

以上の結果から、夏季林間放牧地における草本・樹葉の栄養価はミヤコザサと同程度もしくはミヤコザサより高いことが示唆された。しかし、草本・樹葉の化学成分含量、消化率、栄養価は季節によって変化した。また放牧期間中の林床植物の現存量の減少や植物種構成の変化などのため採食植物種が変化し、それに伴って消化率や栄養価も変化した。よって、草本・樹葉を飼料として北海道和種馬を林

間放牧する場合、採食植物種およびその栄養価、またそれらの季節変化などを把握し、放牧頭数および日数を設定する必要があることが示唆された。

III - 3. 小括

1. 林間放牧地における北海道和種馬の採食量は、サラブレッド系雑種馬より多い傾向にあり、消化率も高い傾向にあった。

2. 林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ乾物採食量は、成雌馬で最大体重の2.5%、育成雌馬で2.7%であったが、ミヤコザサの現存量や放牧地内の地形、冬季には積雪量の影響を受け、減少する可能性が示唆された。

3. ミヤコザサの栄養価は成雌馬と育成雌馬で同程度であった。また季節による変動が小さく、夏季と冬季で同程度であった。

4. ミヤコザサの栄養価はイネ科生牧草と乾牧草の中間程度の値であり、DCPおよびTDN含量はそれぞれ平均9.5、37.0%DM、DE含量は平均1.78Mcal/kgDMで、特にDCP含量が高かった。クマイザサの栄養価はミヤコザサと同程度であった。また、草本・樹葉の栄養価はミヤコザサと同程度も

しくは高かったが、季節や林床植生によって変化した。

5. 以上より、ミヤコザサを飼料とした林間放牧には、馬の中でも北海道和種馬が適していることが示唆された。また、ミヤコザサの栄養価は季節によって変化せず、夏季と冬季で同程度であった。よって、ミヤコザサ、クマイザサを含めた常緑のササ類は、北海道和種馬林間放牧における冬季の有用な飼料となり得ることが示唆された。

第Ⅳ章 北海道和種馬林間放牧がミヤコザサ植生に およぼす影響

ササ類は過度の放牧利用によって衰退しやすいことが知られており（岩田ら，1974）、これまで主に肉用牛を放牧した場合の植生の変化については、ミヤコザサ（小川ら，1985；1986；本江，1988）、クマイザサ（平吉ら，1968；1969a；1969b）、チマキザサ（*Sasa palmata*）（伊沢ら，1992）についてそれぞれ報告されている。北海道和種馬林間放牧においても、こうしたササ植生の変化が起こり得ると考えられるが、これまで報告されていない。

本章においては、ミヤコザサ植生に対する北海道和種馬放牧利用の影響について、季節間の違い、利用頻度との関連、休牧による影響を検討した。

Ⅳ－１．夏季放牧利用と冬季放牧利用の比較（試験Ⅸ）

Ⅳ－１－１．目的

放牧利用に対するササ類の植生変化は季節によって異なり、夏季放牧よりも冬季放牧の方が影響が小さいことが報告されている（平吉ら，1969a）。県・鎌田（1979）はミヤコザサ群落の地上部および地下部重量、冬芽数、新地下茎数などの季節変化から、ミヤコザサ植生維持のためには晩秋

から翌春、抑圧除去のためには盛夏が放牧利用の最適時期であると考察している。

本試験では、ミヤコザサ植生に対する北海道和種馬放牧の影響を明らかにするため、試験開始まで放牧利用されていない林内のミヤコザサについて、夏季および冬季放牧が現存量および草丈に及ぼす影響を季節間で比較した。

IV - 1 - 2. 材料および方法

① 供試地の概要

試験3-1で用いた苫小牧演習林第419林班内の50×50mの本試験区を夏季放牧利用区（試験9-1）、試験4-2で用いた同演習林第414林班内の50×200mの放牧地を冬季放牧利用区（試験9-2）とした。すなわち夏季放牧利用区には1994年～96年まで、毎年8月に北海道和種成雌馬3頭を48時間放牧した。冬季放牧利用区には1997年1月に北海道和種育成雌馬5頭を10日間放牧した。どちらの供試地も天然更新林であり、その主な構成樹種はアオダモ、サワシバ、ヤマモミジ、ツリバナ (*Euonymus oxyphyllus*) などの落葉広葉樹であった。

② 植生調査

夏季放牧利用区においては、1994年から97年まで、毎年8月の放牧開始前にミヤコザサ植生調査を行った。調査は

放牧地内の4カ所において1×1mのコドラート内のミヤコザサ葉部を当年生と越年生に分けて刈り取り、重量を測定した。また各コドラート内で当年生、越年生それぞれ3本ずつについて草丈を測定した。

冬季放牧利用区においては1997年11月に、放牧地内で12カ所、対照区として隣接する放牧利用されていない林内で4カ所、それぞれ1×1mのコドラート内のミヤコザサを当年生と越年生に分けて地際より刈り取り、葉部と稈部に分けて重量を測定した。また各コドラート内で当年生、越年生それぞれ3本ずつについて草丈を測定した。

葉部、稈部ともに一部を60℃で72時間通風乾燥後、1mmの篩を通過するように粉碎し、DM含量を測定した。

IV - 1 - 3. 結果および考察

夏季放牧利用区における1994年から1997年までのミヤコザサ葉部乾物重量の変化を表110に示した。1994年には、それまで放牧利用されていないため当年生と越年生のミヤコザサがほぼ1:1の割合で混在していたが、1995年以降は越年生ミヤコザサがほとんど存在しなかった。当年生ミヤコザサの葉部乾物重量は1995年に増加傾向を示したがその後減少し、1997年は前年までに比べて少なく($P < 0.01$)、3年間の放牧利用で葉部現存量は約4分の1となった。

放牧利用による損傷や枯死に伴う補償作用として、分岐

Table 110. Change of dry matter weight of
Sasa nipponica foliage grazed in
summer(Exp.9-1)

	Current	Wintering	Total
	gDM/m ²		
'94,8	20.3±2.0 ^A	22.3±6.5 ^A	42.6±4.5 ^{Aa}
'95,8	24.6±6.0 ^A	0.0±0.0 ^B	24.6±6.0 ^{ABb}
'96,8	18.3±2.6 ^A	0.0±0.0 ^B	18.3±2.6 ^B
'97,8	5.3±1.2 ^B	0.0±0.0 ^B	5.3±1.2 ^C

^a^bP<0.05, ^A^BP<0.01

および葉数、密度を増加させることが夏放牧および冬放牧したクマイザサで報告されている（平吉ら, 1968; 平吉ら, 1969a）。本試験において、1995年に当年生葉部乾物重量が増加したのは、放牧利用に対するミヤコザサの補償作用の結果かもしれない。

夏季放牧利用区における1994年から1996年までの草丈の変化を表111に示した。草丈は当年生、越年生ともに1994年から1995年の1年間で急激に低下し、その後も緩やかに低下を続け、3年間の放牧利用で当年生ミヤコザサの草丈は約2分の1となった。クマイザサを放牧利用した場合に、まず地上部高の減少が目立ち、さらに放牧圧が加わると密度や現存量が減少することが報告されている（平吉ら, 1968）。本試験のミヤコザサにおいても同様に、まず1年間の放牧利用で草丈が低下し、次いで葉部現存量の減少がみられた。

冬季放牧利用区および対照区のミヤコザサ葉部、稈部、地上部重量を、それぞれ当年生と越年生に分けて表112に示した。当年生ミヤコザサについては、葉部、稈部、地上部ともに対照区と差はなかった。越年生ミヤコザサについては、放牧利用のため減少しており($P < 0.01$)、葉部および地上部重量は対照区の約3分の1であった。

冬季放牧利用区における当年生および越年生ミヤコザサの草丈を表113に示した。当年生、越年生ミヤコザサともに放牧地内と対照区で差はなく、一回の冬季放牧利用では

Table 111. Change of plant length
of *Sasa nipponica* grazed
in summer(Exp.9-1)

	Current	Wintering
	cm	
'94,8	71.5±6.2 ^A	70.7± 8.7 ^A
'95,8	42.3±6.7 ^{Ba}	47.5±11.1 ^B
'96,8	39.3±5.5 ^{Bab}	21.2±11.1 ^C
'97,8	34.2±4.2 ^{Bb}	20.8± 9.4 ^C

^a^bP<0.05, ^A^B^CP<0.01

Table 112. Dry matter weight of *Sasa nipponica* grazed in winter (Exp. 9-2)

	Current		Wintering		Total
	Foliage	culum	Aboveground	Foliage culum	Aboveground
Grazing	31.8±10.5	25.7±10.2	57.5±20.2	5.8±4.7 ^B 6.6±5.3 ^B	37.6±10.7 32.3±10.9 ^b
Control	28.4±2.2	30.6±8.1	59.0±9.4	15.9±2.7 ^A 16.2±2.9 ^A	44.3±3.7 46.8±10.3 ^a
				gDM/m^2	
				12.4±10.0 ^B	69.9±21.1
				32.1±3.6 ^A	91.1±10.8

 $a^b P < 0.05, {}^A B P < 0.01$

Table 113. Plant length of *Sasa nipponica* grazed in winter (Exp. 9-2)

	Current	Wintering
Grazing	62.1 ± 8.2	50.1 ± 8.4
Control	59.8 ± 11.4	52.3 ± 9.3

草丈は低下しなかった。

小川ら(1985)は、肉用牛を用いた9年連続の秋冬放牧利用によって、ミヤコザサの地上部および地下部重量は減少することを報告している。この中で、当年生葉部の現存量は3年目までは維持し、その後に減少し始めるが、稈部重量は1年間の利用で40%以下にまで急激に減少することが報告されている。本試験では、葉部重量、稈部重量ともに減少することはない、また草丈についても放牧の影響はなかった。本試験で用いた冬季放牧利用地は、積雪期間中に放牧利用しており、放牧期間中35～55cmの積雪があった。したがって、放牧した北海道和種馬は積雪下に隠れた葉部を前肢で掘り起こして採食するため、現存するミヤコザサを全量採食することはできず、ミヤコザサ植生に対する影響が小さいものと考えられる。

以上より、北海道和種馬放牧利用のミヤコザサ植生に対する影響は、夏季放牧利用よりも冬季放牧利用で小さく、特に積雪期の利用により、ミヤコザサを衰退させることなく永続的に放牧利用できる可能性が示された。一方、本試験においては夏季放牧利用と冬季放牧利用地において放牧日数や頭数が異なっている。また、試験3-1および4-2において推定した北海道和種馬の採食量を用いてミヤコザサの利用率を試算すると、夏季放牧利用区の1994、95、96年でそれぞれ50、68、100%、冬季放牧利用地で80%と異なっている。ミヤコザサ植生に対する放牧利用の影響は、放牧強

度と密接な関係があり（小川ら，1986）、これについては今後さらに検討する必要がある。

IV - 2. 冬季林間放牧地内のミヤコザサ植生と休牧の影響 (試験10)

IV - 2 - 1. 目的

ミヤコザサ植生に対する放牧利用の影響は、冬季利用において夏季利用より小さく、特に積雪期に放牧利用することにより植生を維持しつつ永続的に利用できる可能性を試験9において示唆した。一方、ミヤコザサ植生に対する放牧利用の影響は、放牧強度や放牧地内の地形と密接な関係がある（小川ら，1986）。地形が複雑で大面積の牧区では、放牧した黒毛和種の採食利用に偏りが生じ、特に緩斜面のミヤコザサは急斜面のものより矮小化の度合いが大きいことが報告されている（寒河江ら，1986）。また林間放牧地における北海道和種馬の利用場所には牧区内作業道が影響しており、作業道周辺部の利用割合が多く、移動の際にも作業道を頻繁に利用することが報告されている（Yasue et al., 1993）。ミヤコザサ植生に対する影響が小さいと考えられる積雪期の放牧利用においても、こうした放牧家畜による利用頻度の違いのため、ミヤコザサ植生に対する影響は放牧地内でも異なることが考えられる。

本江(1988)は1シーズンの放牧で衰退したミヤコザサ植生が元の植生状態まで回復するのに3年の休牧が必要であるとしている。また、放牧利用により裸地化した場所が元のミヤコザサ密度まで回復するのに7~8年(薄井,1961)、過放牧されたクマイザサでは6年程度休牧が必要と報告されている(岩田・松村,1974)。したがって、ミヤコザサの現存量の減少および矮小化の程度により、休牧した場合の植生の変化も異なるものと考えられる。

そこで、ミヤコザサ植生とそれに及ぼす北海道和種馬の利用頻度の影響について検討するため、毎年積雪冬季に放牧利用されている本学附属牧場内の林間放牧地においてミヤコザサ植生調査を行い、牧区内作業道からの距離間で比較した。また、休牧によるミヤコザサ植生の変化についても、作業道からの距離間で比較した。

IV - 2 - 2. 材料および方法

① 調査地の概要

調査は本学附属牧場内の第6林間放牧地において行った。本放牧地は10年以上、毎年1月の積雪期に放牧利用しており、40~60頭の北海道和種馬群を1~2週間放牧していた。放牧地内の地形は附属牧場内の林間放牧地のなかでも比較的複雑であり、面積も大きいものであった。放牧地内には幅4m程度、全長1070mの未舗装の作業道が設置されていた。

主な構成樹種はアオダモ、サワシバ、ミズナラ (*Quercus crispula*) などの落葉広葉樹であり、林床植物としてはミヤコザサが優占していた。

② 植生調査

調査は1994年11月に開始した。牧区内作業道から50、100、200mの地点でそれぞれ3カ所、合計9カ所で調査を行い、1×1mのコドラート内のミヤコザサを当年生と越年生に分けて地際より刈り取った。刈り取ったミヤコザサを葉部と稈部に分けて重量を測定し、それぞれ一部を60℃で72時間通風乾燥後、1mmの篩を通過するように粉碎し、DM含量を測定した。また、各コドラート内で当年生、越年生それぞれ3本ずつについて草丈を測定した。対照区として、隣接する放牧利用されていない林内においても、2カ所で同様の調査を行った。放牧地内9カ所、対照区2カ所の植生調査地点を、図4の地形図上に示した。

1994年の調査後も第6林間放牧地は毎年1月に放牧利用を行ったが、植生調査を行った付近に9カ所にそれぞれ10×10mのプロテクトケージを設置し、それ以降ケージ内のミヤコザサは採食させなかった。1995年から1997年まで、毎年11月にプロテクトケージ内9カ所、対照区2カ所のミヤコザサ葉部および稈部乾物重量、草丈を測定した。

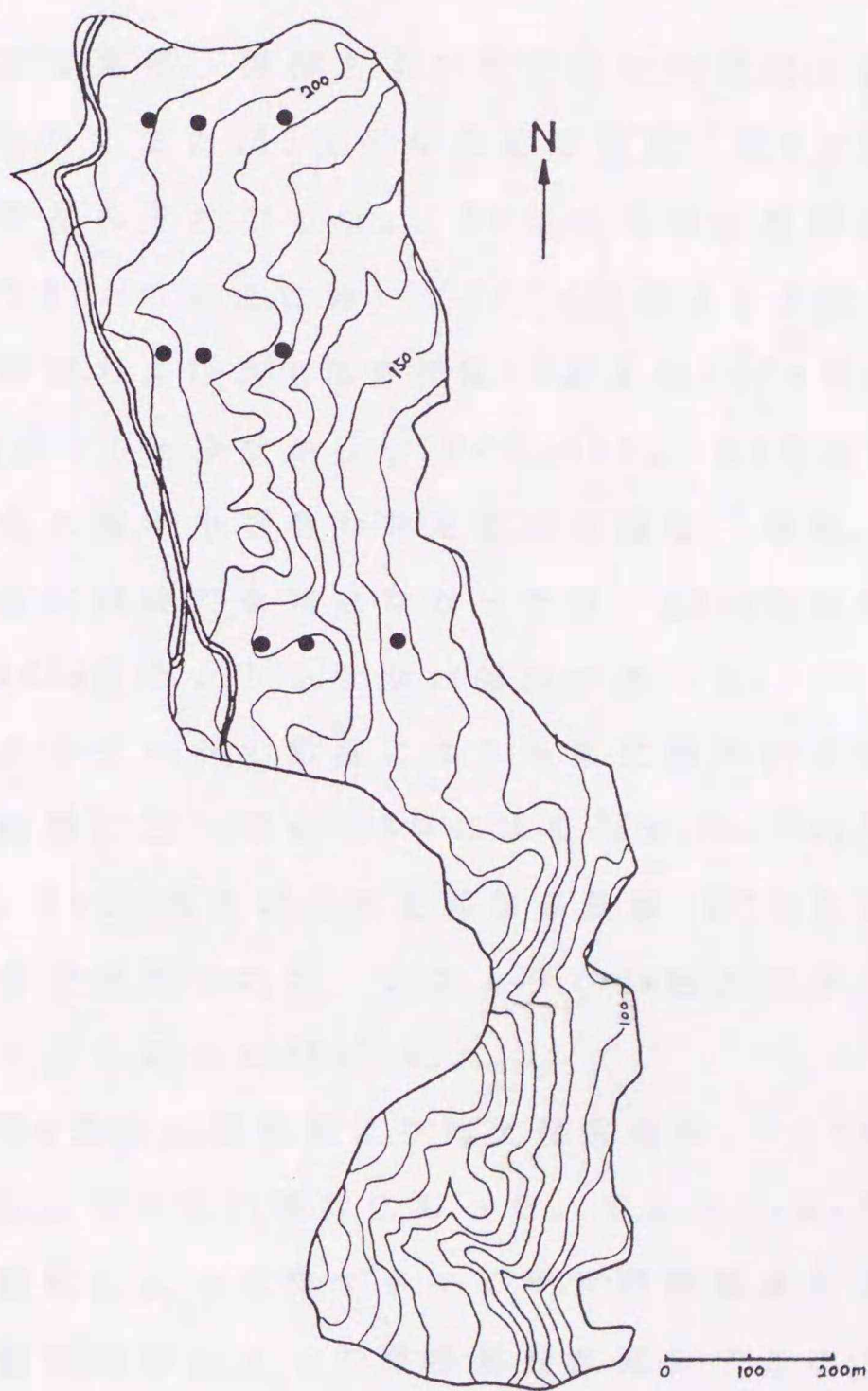


Figure 4. Topographic map of experimental paddock
 = indicates pass for daily management of
 horses. — indicates contour line. Contour
 interval is 10m. ● indicates the spots of
 vegetational surveys of *Sasa nipponica*.

IV - 2 - 3. 結果および考察

ミヤコザサ葉部、稈部および地上部乾物重量の変化を表114に示した。また図5に当年生葉部重量、図6に地上部重量の変化をそれぞれ示した。'94年の当年生葉部重量は、作業道から50mの地点において200m地点よりも少なく($P < 0.05$)、稈部および地上部重量は50および100m地点において200m地点よりも少なかった($P < 0.05$)。'94年の越年生および当年生と越年生を合わせた乾物重量は、葉部、稈部、地上部ともに統計的な差はなかったが、200m地点において50および100m地点よりも少ない傾向があった。

プロテクトケージの設置により当年生葉部および地上部は、どの距離においても'95年には変化せず、'96年以降に増加した。200m地点の当年生葉部重量は'97年には対照区と同程度まで増加したが、50および100m地点では200m地点、対照区より少なかった($P < 0.01$)。

一方200m地点の稈部および地上部重量は、'97年においても対照区より少ない傾向にあった。平吉ら(1969a)は、肉用牛の放牧によってまずクマイザサ稈部重量が減少し、その後の放牧利用によって葉部重量が減少することを報告している。本試験の結果においても、もっとも放牧利用の影響が小さいと考えられた200m地点の葉部重量は3年間の休牧で対照区と同程度まで増加したが、稈部重量は回復しなかった。したがって、放牧利用の影響は葉部よりも稈部

Table 114. Change of dry matter weight of *Sasa nipponica* in protect cage(Exp.10)

Distance(m)	Foliage				Culm				Aboveground				
	50	100	200	Cont.	50	100	200	Cont.	50	100	200	Cont.	
	gDM/m ²												
Current	'94	43.5 ^b	43.9 ^{a,b}	54.1 ^a	73.6	29.4 ^b	28.8 ^b	39.9 ^a	90.5	72.9 ^b	72.7 ^b	94.0 ^a	164.1
	'95	42.0	43.5	53.8	73.3	30.7	30.3	40.2	90.2	72.7	73.9	94.0	163.5
	'96	46.1 ^B	50.9 ^B	65.8 ^A	72.7	34.3	36.8	48.8	88.3	80.4 ^b	87.8 ^b	114.6 ^a	161.0
	'97	48.4 ^B	53.5 ^B	71.4 ^A	74.8	36.9 ^B	39.9 ^B	57.8 ^A	91.1	85.3 ^B	93.4 ^B	129.2 ^A	165.9
Wintering	'94	2.6	3.4	8.5	41.5	1.9	1.7	5.0	56.4	4.5	5.1	13.5	97.9
	'95	18.9	14.6	15.4	33.7	10.1	11.5	11.2	47.5	29.0	26.2	26.6	81.2
	'96	18.6 ^{a,b}	12.7 ^b	18.9 ^a	40.0	11.0	7.2	10.9	52.1	29.6 ^{a,b}	19.9 ^b	29.7 ^a	92.1
	'97	26.8 ^A	22.5 ^B	20.1 ^{A,B}	30.7	21.6	18.5	15.8	42.8	48.4	41.0	35.9	73.5
Total	'94	46.1	47.3	62.6	115.1	31.3	30.5	44.9	146.9	77.4	77.8	107.5	262.0
	'95	60.9	58.2	69.2	107.0	40.8	41.9	51.4	137.7	101.7	100.0	120.6	244.7
	'96	64.7 ^{A,B}	63.6 ^B	84.7 ^A	112.7	45.3	44.0	59.6	140.4	110.0 ^{a,b}	107.7 ^b	144.3 ^a	253.1
	'97	75.2 ^B	76.0 ^B	91.5 ^A	105.5	58.5	58.4	73.6	133.9	133.7 ^b	134.5 ^b	165.0 ^a	239.4

^{a,b} P<0.05, ^{AB} P<0.01

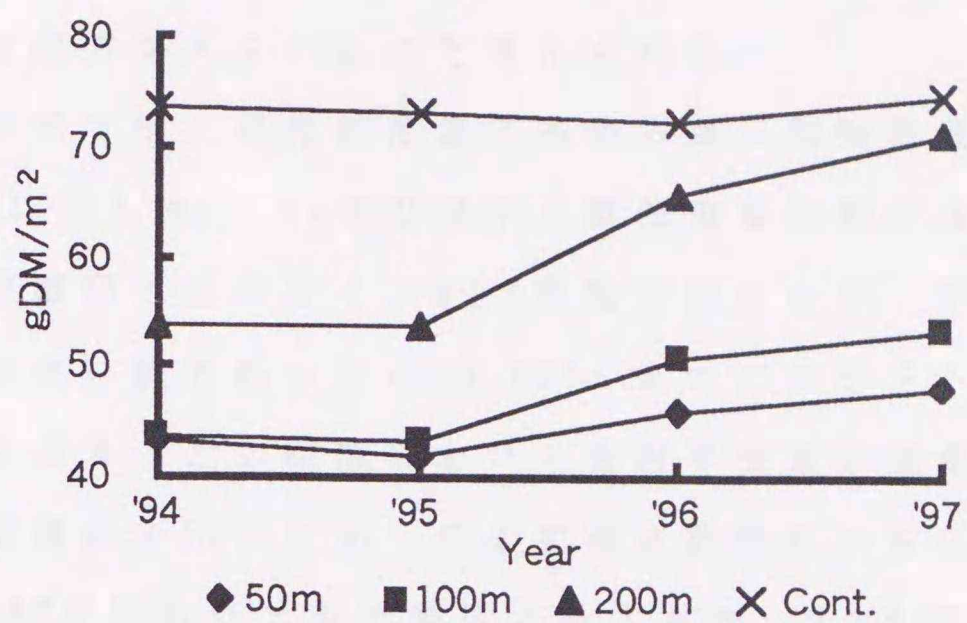


Figure 5. Change of dry matter weight of current *Sasa nipponica* foliage(Exp.10)

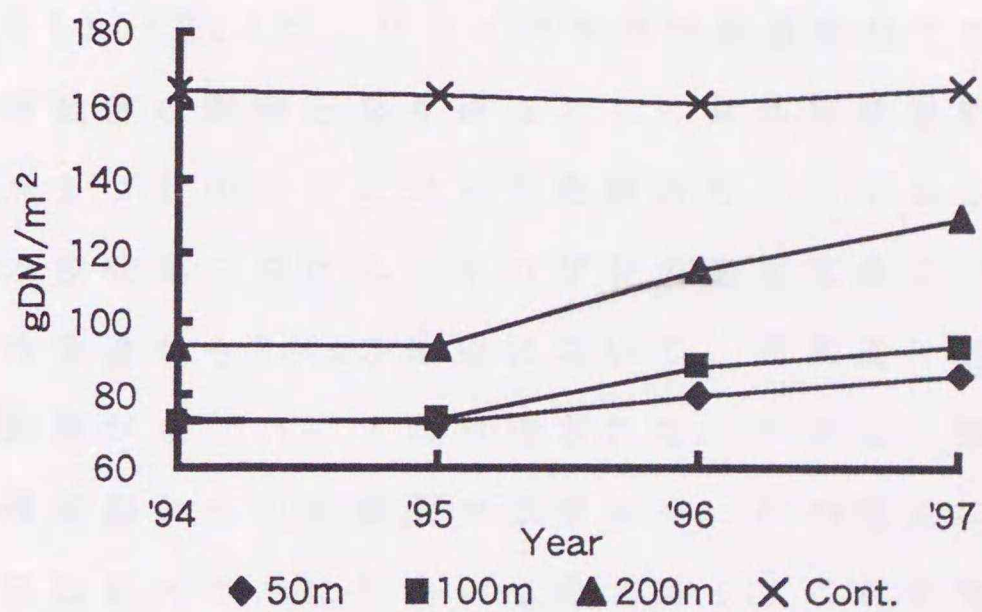


Figure 6. Change of dry matter weight of current *Sasa nipponica* aboveground(Exp.10)

に対しての方が大きいものと考えられる。

ミヤコザサ地上部乾物重量に占める葉部乾物重量の割合を表115に示した。'94年の当年生葉部重量の割合は作業道からの距離間で差はなく、60%程度であったが、対照区に比べて大きい値であった($P<0.05$)。またプロテクトケージの設置により、どの距離においても当年生葉部重量割合は減少する傾向を示したが、その変化は非常に小さいものであり、'97年においても対照区より大きかった($P<0.05$)。

越年生葉部重量割合についても作業道からの距離間で一定の傾向がみられず、ばらつきが大きかった。これは放牧利用による損傷や、季節的な枯死などの影響と考えられるが、対照区に比べると当年生と同様大きい傾向があった。

平吉ら(1969a)は、クマイザサ葉部重量割合の変化が適正な放牧強度の指標となり得るとし、葉部重量増加における転換点をササの生存に対する危険信号を示すものとしている。本放牧地におけるミヤコザサの葉部重量については、牧区内作業道から200mの地点において、作業道付近よりも放牧の影響が小さいことが示唆された。しかし、葉部重量割合は作業道からの距離間で差がなく、200m地点においても対照区に比べてかなり高いものであり、これまで利用されてきた放牧強度が強すぎる可能性も示唆された。

ミヤコザサの草丈の変化を表116に、また当年生ミヤコザサの草丈の変化については図7にも示した。'94年の当年生については、50m地点において200m地点よりも低く($P<$

Table 115. Change of proportion of dry
matter weight of *Sasa nipponica*
foliage to aboveground(Exp.10)

Distance(m)		50	100	200	Cont.
		%			
Current	'94	59.6 ^a	60.1 ^a	57.6 ^a	45.9 ^b
	'95	57.6 ^a	59.4 ^a	57.2 ^a	45.6 ^b
	'96	57.6 ^a	58.1 ^a	57.7 ^a	45.7 ^b
	'97	56.6 ^a	57.3 ^a	55.2 ^a	45.9 ^b
Wintering	'94	52.4 ^a	69.9 ^a	59.5 ^a	41.7 ^b
	'95	64.0 ^a	57.7 ^a	58.7 ^a	40.6 ^b
	'96	63.6 ^a	64.2 ^a	63.4 ^a	42.2 ^b
	'97	55.3 ^a	55.1 ^a	57.2 ^a	40.5 ^b

^{a b} P<0.05

Table 116. Change of plant length of *Sasa nipponica* in protect cage(Exp.10)

Distance(m)		50	100	200	Cont.
		cm			
Current	' 94	50.2 ^{B b}	55.0 ^{B a b}	60.0 ^{B a}	83.0 ^A
	' 95	49.9 ^{C b}	59.3 ^{C a}	62.7 ^B	84.3 ^A
	' 96	61.1 ^{B b}	65.7 ^{B b}	68.8 ^{B a}	83.7 ^A
	' 97	67.7 ^B	66.3 ^B	74.7 ^{A B b}	84.7 ^{A a}
Wintering	' 94	35.0 ^{B b}	44.7 ^{B a}	46.5 ^{B a}	71.5 ^A
	' 95	43.8 ^B	46.7 ^B	48.3 ^B	70.2 ^A
	' 96	47.9 ^B	48.9 ^B	53.9 ^B	72.3 ^A
	' 97	59.1 ^b	60.7 ^b	62.2 ^b	71.4 ^a

^{a b} $P < 0.05$, ^{ABC} $P < 0.01$

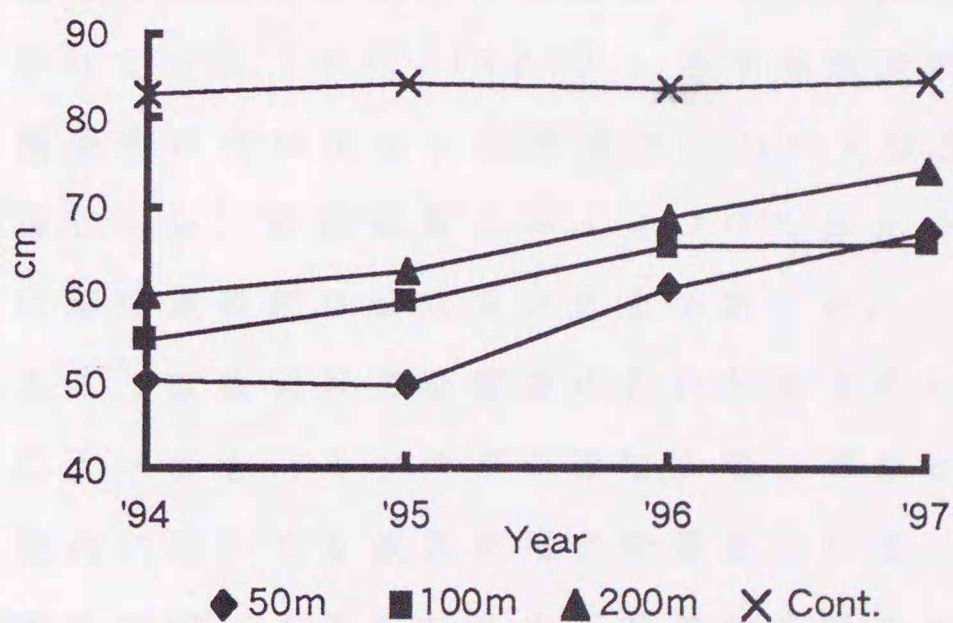


Figure 7. Change of plant length of current *Sasa nipponica*(Exp.10)

0.05)、越年生については50m地点において100および200m地点よりも低かった($P<0.05$)。また、対照区と比較すると、当年生、越年生ともに50、100、200m全ての地点において低かった($P<0.01$)。

プロテクトケージの設置により、当年生ミヤコザサの草丈は年々高くなったが、'97年においても対照区と比べて低かった($P<0.05$)。また、100および200m地点では、'95年から草丈が回復する傾向があったが、50m地点においては葉部重量の経年変化と同様、'95年には変化しなかった。したがって、50mと100m地点で葉部重量や草丈は同程度であったが、その回復の仕方は異なっており、放牧利用の影響度合いが異なっている可能性が示唆された。

既述のように、1シーズンの放牧で衰退したミヤコザサが元の植生状態に回復するまでに3年の休牧が必要であり、また裸地化した場所が回復するには7~8年必要であることが報告されている(本江, 1988)。冬季林間放牧利用している本調査地においても、葉部重量については3年間の休牧で回復したが、稈部重量や草丈については十分に回復せず、特に葉部重量割合は大きいままであった。

以上より、放牧利用の影響が小さいと考えられる積雪期の利用によっても、ミヤコザサは矮小化しており、また同一放牧地内においても放牧利用の影響度合いは、現存量や草丈、また休牧によるそれらの回復の仕方からみて場所により異なることが示唆された。したがって、林間放牧地内

のミヤコザサ植生維持といった観点から、北海道和種馬による放牧地内利用場所や、それに及ぼす諸要因についての検討が必要と考えられた。

IV - 3. 小括

1. 北海道和種馬の3年連続の夏季放牧利用により、ミヤコザサは矮小化・衰退し、その影響は1年目から現れた。一方1年の冬季放牧利用によっては、現存量や草丈は変化しなかった。

2. 積雪期に放牧利用している北海道和種馬林間放牧地において、ミヤコザサ植生の矮小化や現存量減少の度合いは場所により異なり、また休牧による回復度合いや回復の仕方にも差があった。

3. 以上より、ミヤコザサ植生に対する北海道和種馬放牧利用の影響は、夏季放牧よりも冬季、特に積雪期の放牧利用が適していることが示唆された。しかし、積雪期の放牧利用においても、面積が大きく、地形の複雑な林間放牧地においては、場所によって放牧利用の影響が異なっていた。

第 V 章 林間放牧地における北海道和種馬の利用場所と それに影響する諸要因

一般に地形や植生が均一でなく、面積の大きな林間放牧地においては、北海道和種馬の利用場所も均一ではないことが予想される。第 IV 章においては、同一放牧地内においても場所によりミヤコザサ植生変化の度合いが異なることが明らかとなり、ミヤコザサ植生を維持しつつ永続的に放牧利用するためには、北海道和種馬の利用場所とそれに影響する要因について検討する必要性が示唆された。また第 III 章においても、放牧地内の地形が採食行動、さらには採食量にまで影響している可能性が考えられた。

本章では、林間放牧地における北海道和種馬の利用場所について明らかにし、それに影響する諸要因について検討した。

V - 1. 異なる面積、地形の林間放牧地における北海道 和種馬の利用場所（試験 11）

V - 1 - 1. 目的

林間放牧地における北海道和種馬の放牧方法を決定する場合、放牧地内の現存量や北海道和種馬の採食量だけでなく、北海道和種馬による利用場所の不均一性をも考慮にい

れる必要があることが前章までに示唆された。Yasue et al. (1993)は、林間放牧地に冬季放牧した北海道和種馬は移動時に牧区内作業道を頻繁に利用し、採食および休息時の利用頻度も作業道周辺部が高いことを報告した。しかしこの報告は放牧地に入牧後2～5日目までの、飼料となる林床植物のミヤコザサ現存量が豊富な時期の観察結果であった。よって、その後の入牧後日数の経過に伴い、北海道和種馬の利用場所は変化する可能性が考えられる。

そこで本試験では、地形や面積の異なる2つの林間放牧地において入牧後7日目に行動観察を行い、北海道和種馬の利用場所を放牧地間で比較した。

V - 1 - 2. 材料および方法

① 試験の概要

試験は冬季林間放牧地における北海道和種成雌馬のミヤコザサ採食量を測定した、試験4-1と同時に行った。すなわち1995年12月の積雪前に本学附属牧場内の第10林間放牧地（以下10牧区）、積雪後1月に第6林間放牧地（以下6牧区）において行った。10牧区は面積10.5ha、牧区内の標高が230～320mの比較的傾斜の緩やかな放牧地であった。6牧区は面積48.1ha、標高が80～230mであり、10牧区に比べて面積が大きく、放牧地内の地形が複雑であった。放牧地内には幅約4m程度の未舗装の作業道が設置されており、その

全長は10牧区および6牧区でそれぞれ200、1070mであった。
供試放牧地の地形図を図8に、その概要および観察中の気
象観測結果、積雪量、牧区内のミヤコザサ現存量を表117
にそれぞれ示した。

② 供試動物および行動観察

供試動物は、供試放牧地に終日放牧されている北海道和
種馬群49頭（和種馬38頭、サラブレッド系雑種馬11頭）の
うちの成雌馬3頭であった。供試放牧地に入牧後7日目に24
時間連続の行動観察を行い、供試馬3頭の行動形を採食、
休息、移動、その他に分けて1分間隔で記録した。また放
牧地内の位置およびその時の行動形、移動経路を15分間隔
で地図上に記録した。地図上の移動経路から移動距離を算
出し、また地図上の牧区内位置の最外周を結んだ面積を供
試馬の1日の活動域として算出した。

V - 1 - 3. 結果および考察

行動観察中の採食、休息、移動時間を表118に示した。
採食時間は積雪のあった6牧区において短く($P < 0.01$)、一
般的に報告されている放牧馬の採食時間に比べても短いも
のであった。また移動時間は6牧区において長かった($P < 0.01$)。

10牧区および6牧区においてそれぞれ15分間隔で記録し

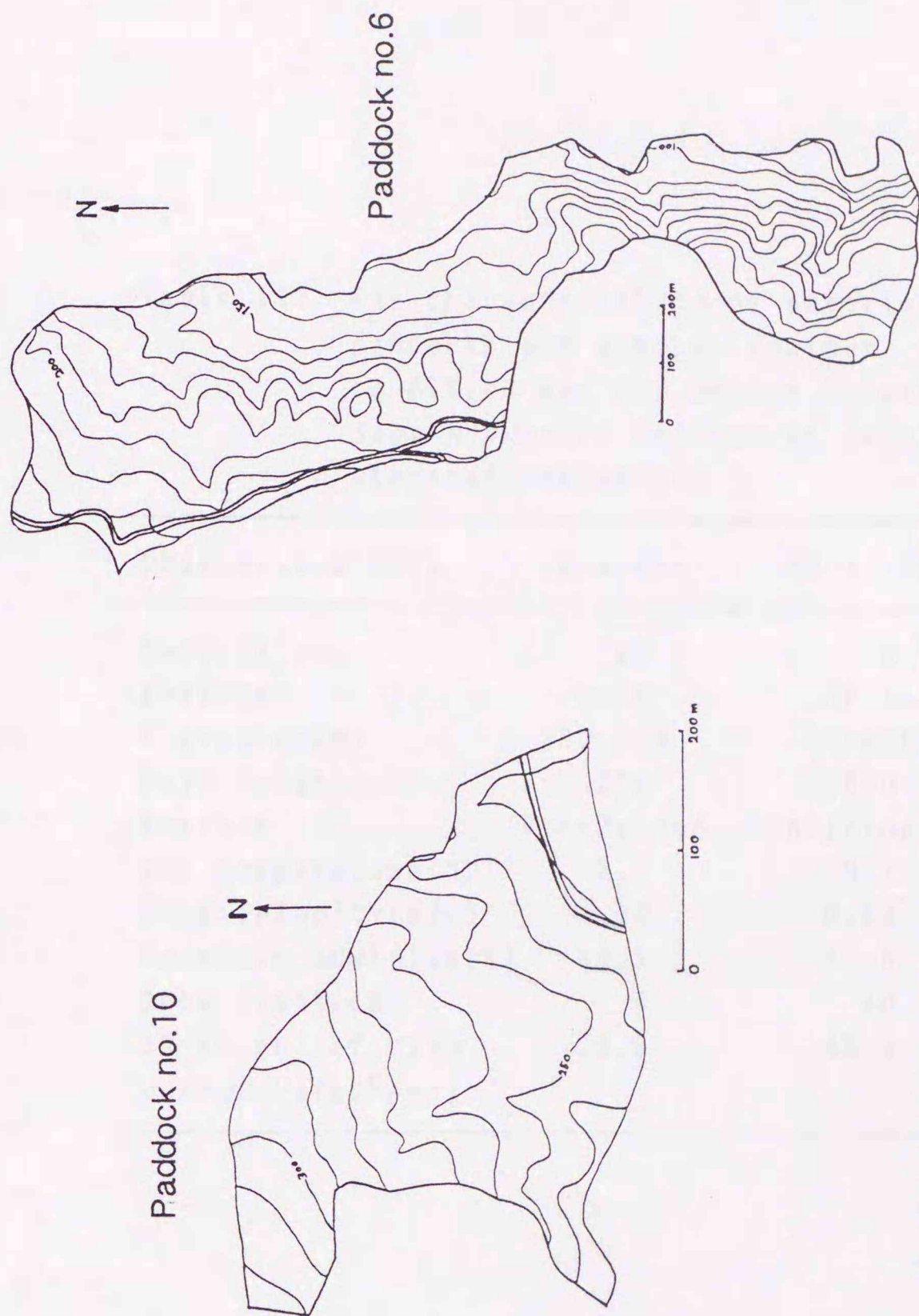


Figure 8. Shape and topography of each experimental paddock

= indicates pass for daily management of horses.

— indicates contour line. Contour interval is 10m.

Table 117. The characteristics of experimental paddocks and general weather condition and dry matter weight of *Sasa nipponica* foliage in each observation(Exp.11)

Observation date	2-3, Dec.	20-21, Jan.
Paddock no.	10	6
Area(ha)	10.5	48.1
Elevation(m)	230-320	80-230
Pass length(m)	200	1070
Weather	Fine/cloud	Snow/cloud
Air temperature(°C)	2.1	-0.2
Wind velocity(m/s)	1.00	0.68
Relative humidity(%)	44.1	72.6
Snow depth(cm)	0	40
DM weight of <i>Sasa nipponica</i> (gDM/m ²)	35.9	43.4

Table 118. Time spent grazing, resting
and moving of the horses
in each observation(Exp.11)

Paddock no.	10	6
	min	
Grazing	763.2 ± 23.7 ^A	604.7 ± 25.6 ^B
Resting	600.9 ± 17.6	679.2 ± 44.5
Moving	25.5 ± 6.8 ^B	57.6 ± 4.2 ^A
Others	50.4 ± 13.4 ^b	98.6 ± 18.1 ^a

^{a b}P<0.05, ^{A B}P<0.01

た供試馬の牧区内位置のうち、1時間毎のものを各供試馬について図9-a、bに示した。10牧区においては、利用場所が牧区内作業道周辺に集中することではなく、どの供試馬も牧区内全体を利用しているようにみうけられた。6牧区においても、利用場所は作業道周辺に集中することなかったが、観察日には牧区の南側部分のみを利用していた。

1日の移動距離および牧区内作業道を利用した移動距離、活動域面積および牧区面積に対する活動域面積の割合を表119に示した。1日の移動距離は、両試験放牧地間で4km程度と同程度であった。また、このうち牧区内作業道を利用した割合は10および6牧区のどちらにおいても小さく、6牧区においては全く作業道を利用しなかった。

1日の活動域面積は、地形が複雑で牧区面積の大きい6牧区において7.5haと10牧区より大きく($P<0.05$)、Yasue et al.(1992)が報告した1.8~4.2haに比べても大きかった。また牧区面積に対する活動域面積の割合は、10牧区において45.7%と6牧区より大きく($P<0.01$)、Yasue et al.(1992)の報告した値である7.1~18.1%よりも大きかった。したがって、放牧開始直後には牧区内作業道周辺を頻繁に利用するが、入牧後7日程度経過し、作業道周辺のミヤコザサが減少すると、利用が作業道周辺に集中することではなく、比較的広い面積を利用することが示唆された。

図9-aおよび9-bに示した各供試馬の牧区内位置を、採食利用と休息利用に分け、全頭をあわせて図10に示した。10

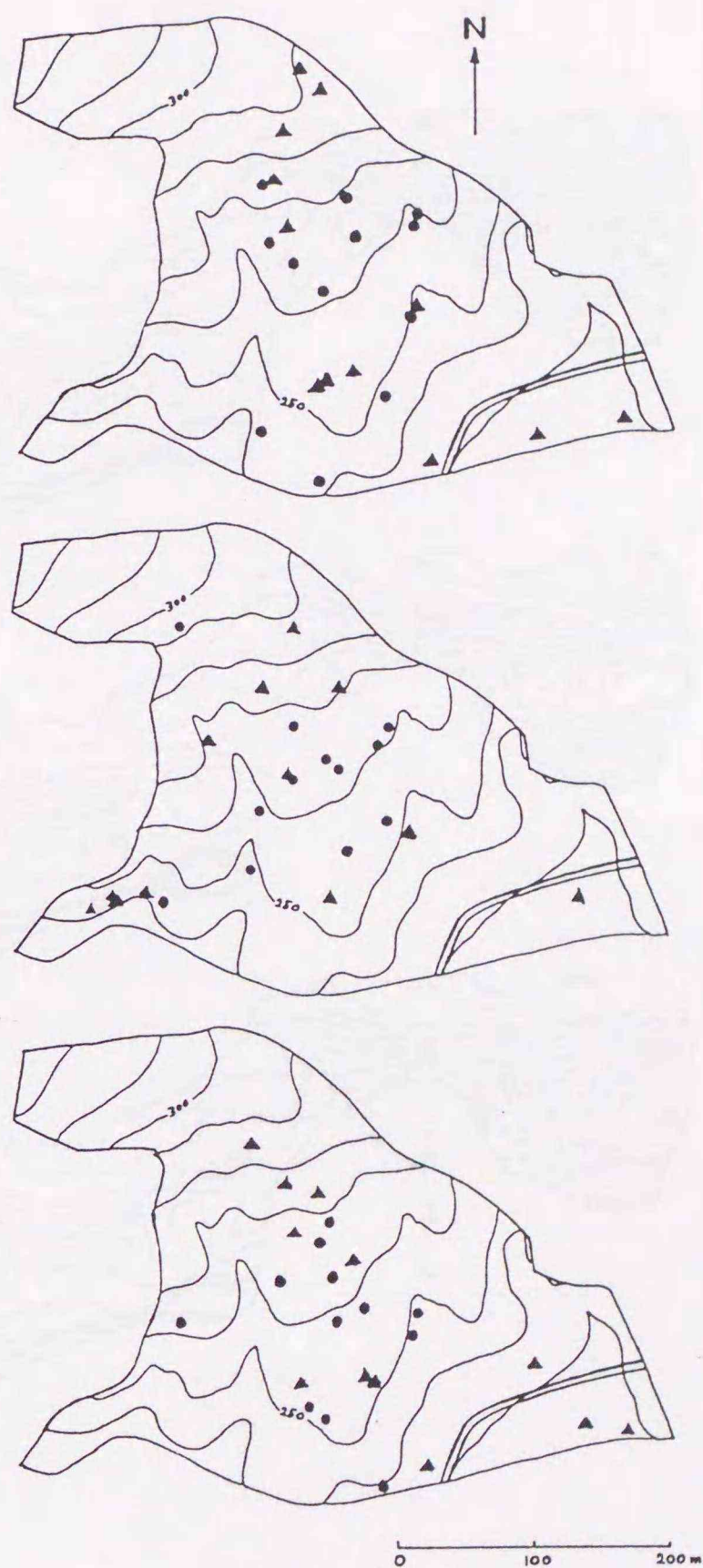


Figure 9-a. Location of each horse at every 60 minutes intervals in each experimental paddock(Exp.11)
 ● and ▲ indicate daytime(06:00–18:00) and nighttime(18:00–06:00) locations, respectively.

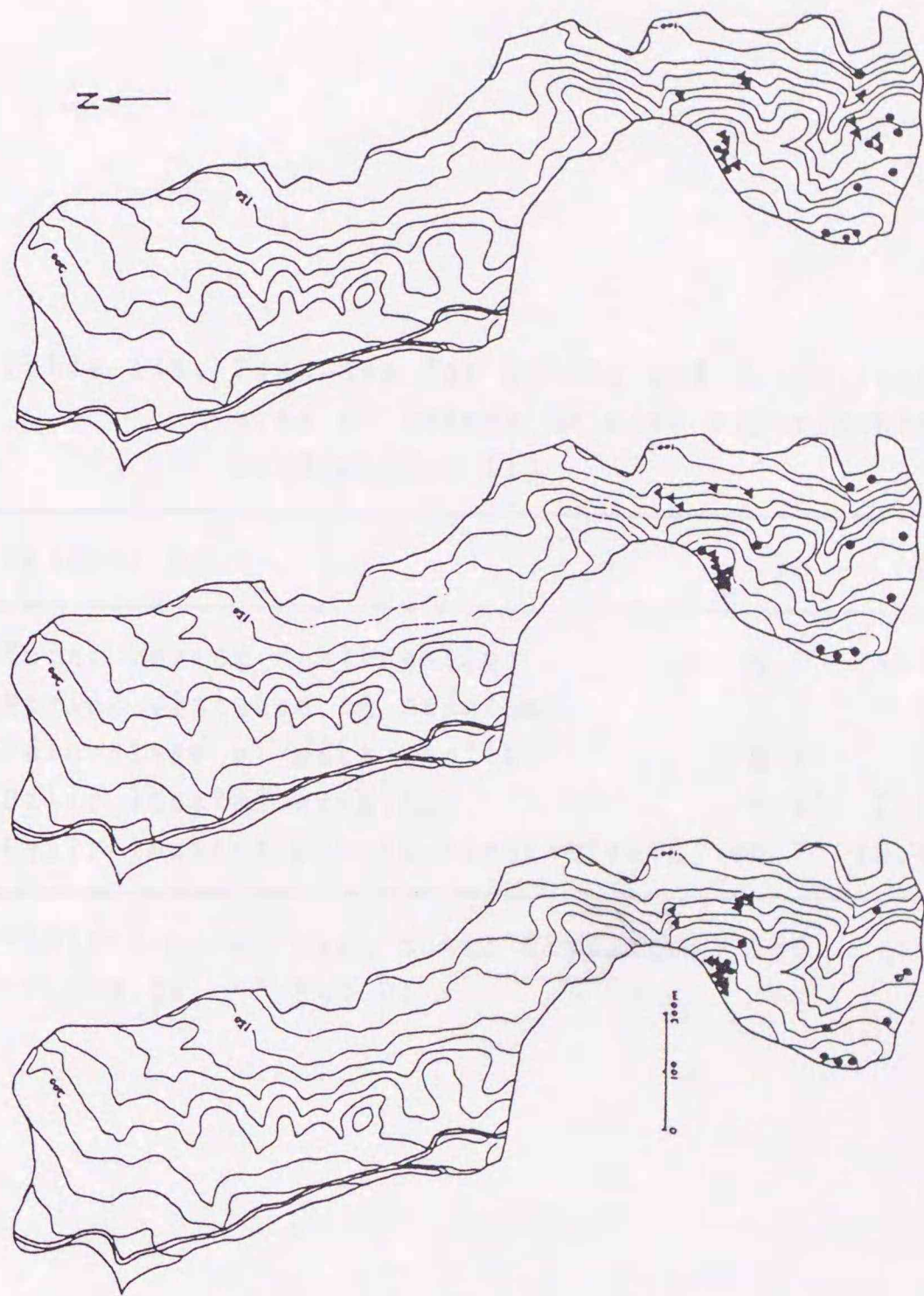


Figure 9-b. Location of each horse at every 60 minutes intervals in each experimental paddock(Exp.11)
 ● and ▲ indicate daytime(06:00-18:00) and nighttime (18:00-06:00) locations, respectively.

Table 119. Pass use for moving and daily located area of horses in each experimental paddock(Exp.11)

Paddock no.	10	6
Total moving distance(km)	4.0	4.3
Moving distance on pass(km)	0.2	0
Percentage of pass use*(%)	3.8	0
Daily located area(ha)	4.8 ^b	7.5 ^a
Daily located area/paddock size(%)	45.7 ^A	15.6 ^B

* (Distance on pass/total distance) × 100

^{a b} P<0.05, ^{A B} P<0.01

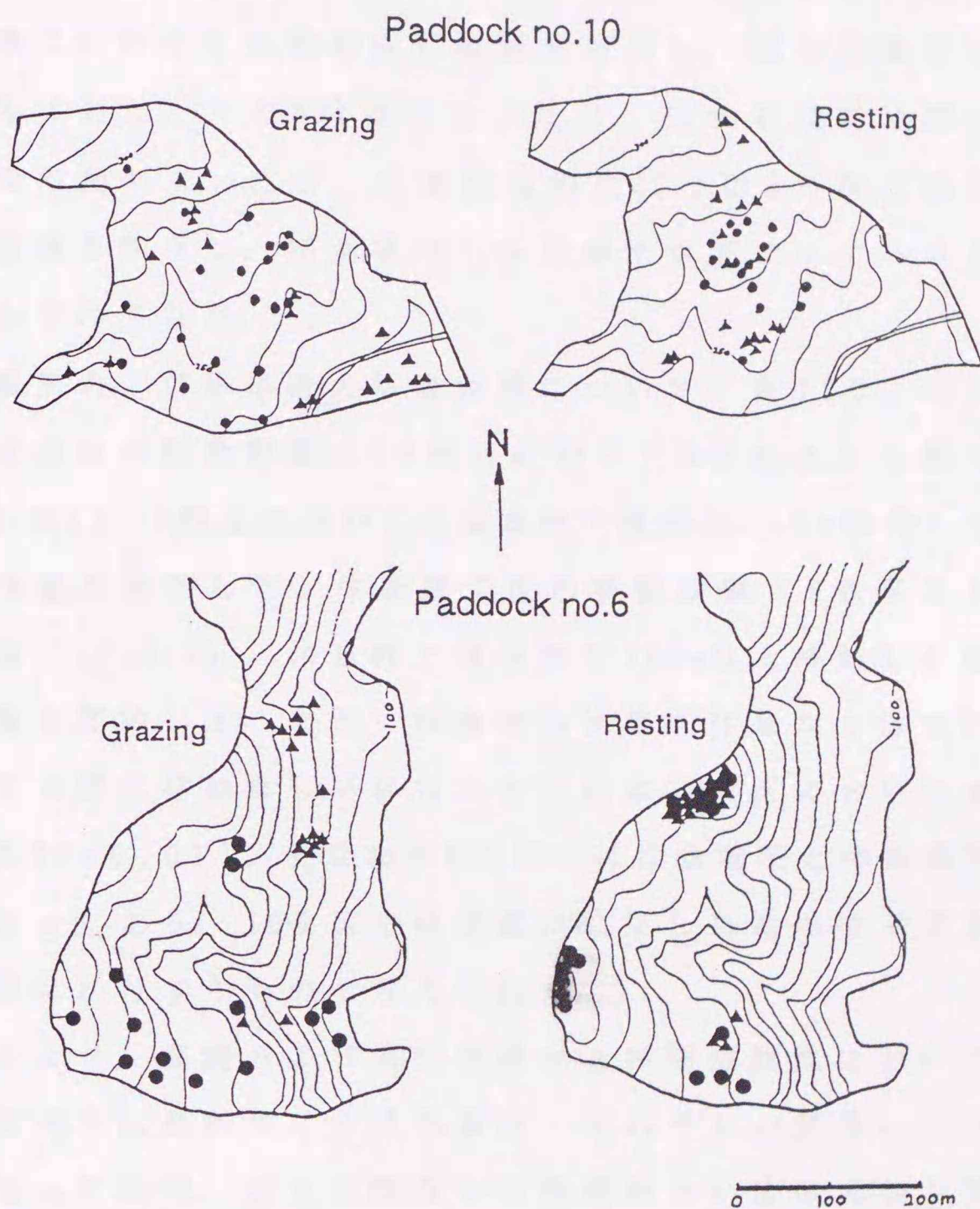


Figure 10. Location of horses at every 60 minutes intervals in each experimental paddock(Exp.11)
 ● and ▲ indicate daytime(06:00-18:00) and nighttime(18:00-06:00) locations, respectively.

牧区においては、採食利用時に牧区内全体を利用しており、休息時についても比較的広い範囲を利用し、様々な場所で休息していた。一方6牧区においては、採食利用時は広い範囲を利用していたが、休息利用時にはほぼ3カ所の決まった場所を利用し、採食場所と休息場所が異なっているようにみうけられた。

休息前および休息後の移動距離について、表120に示した。休息前の移動距離は10牧区において6牧区よりも短く($P < 0.01$)、6牧区においては採食終了後平均135m移動してから休息を開始した。休息終了後の移動距離も6牧区において長く($P < 0.05$)、休息終了後平均で100m以上移動した後、採食を開始した。また、採食から休息、休息から採食に移行する際に移動なしで移行した割合は10牧区において高かった($P < 0.01$)。すなわち6牧区では採食場所と休息場所が異なっており、10牧区では採食が終了した地点でそのまま休息に移行するものと考えられた。

以上より、面積および地形の異なる林間放牧地において、採食利用と休息利用に分けた場合、それぞれの利用の仕方が異なっており、さらに採食から休息あるいは休息から採食への移行の仕方も異なっていた。本試験においては、牧区間で積雪量や牧区面積、牧区の形状も異なっていたが、特に1日の活動域内を比較すると、地形および傾斜度が著しく異なっていた。すなわち地形が複雑で急斜度の放牧地においては、採食利用場所と休息利用場所が異なっており、

Table 120. Moving distance(m) before and after resting(Exp.11)

Paddock no.	10	6
Before resting	31.0 ^B (76.3 ^A)*	135.2 ^A (13.3 ^B)
After resting	15.8 ^b (57.6)	101.9 ^a (36.0)

*Percentage of number at changing behavioral phase without moving

^a^bP<0.05, ^A^BP<0.01

その間の移動距離が長くなると考えられた。よって、林間放牧地における北海道和種馬の利用場所は放牧地内の地形が大きく影響しており、特に利用場所と斜度との関係についてさらに検討する必要があると考えられた。

V - 2. 北海道和種馬の利用場所に影響を及ぼす諸要因

(試験12)

V - 2 - 1. 目的

試験11において、放牧地面積や形状、地形の異なる林間放牧地間で北海道和種馬の採食および休息利用の仕方や、その間の移動が異なることが示された。そこで本試験では、北海道和種馬の放牧地内利用に影響を及ぼす要因について検討するため、様々な面積、形状、地形の放牧地を設置し、利用場所に関する観察を行った。

V - 2 - 2. 材料および方法

① 試験の概要

試験は、林間放牧地における採食量および消化率の推定と同時に行った。すなわち傾斜地である供試放牧地として、 80×310 mの牧区に8頭を冬季に10日間放牧した、本学附属牧場内の第6牧区に設置した放牧地（以下WP6）を用いた。

平坦な供試放牧地としては、① $50 \times 200\text{m}$ の牧区に5頭を冬季に10日間放牧した、本学附属苫小牧演習林第414林班に設置した放牧地（以下T414）、② $150 \times 150\text{m}$ に11頭を夏季に10日間放牧した苫小牧演習林第117林班に設置した放牧地（以下T117）、③ $100 \times 400\text{m}$ に8頭を夏季に10日間放牧した苫小牧演習林に設置した放牧地（以下T335）を用いた。

② 行動観察および解析方法

放牧開始後2、6、10日目にそれぞれ放牧している全頭の位置およびその時の行動形、移動経路を、10分間隔で、WP6、T414、T117については $10 \times 10\text{m}$ 、T335については $25 \times 25\text{m}$ の区画に分けた地図上に記録した。WP6においては、斜度計を用いて各区画毎の斜度を測定した。T414およびT335においては、各区画毎の立木密度を測定した。各区画毎の利用回数の分布がランダムであるかどうかは、Kolmogorov-Smirnovの一試料テストにより検定した。また各試験牧区において図11のようにアルファベットと数字を用いて便宜上の区画名をつけ、 10m もしくは 25m の列毎に利用回数をまとめて解析した。各列毎の利用回数の割合は、カイ二乗検定により期待値と比較した。

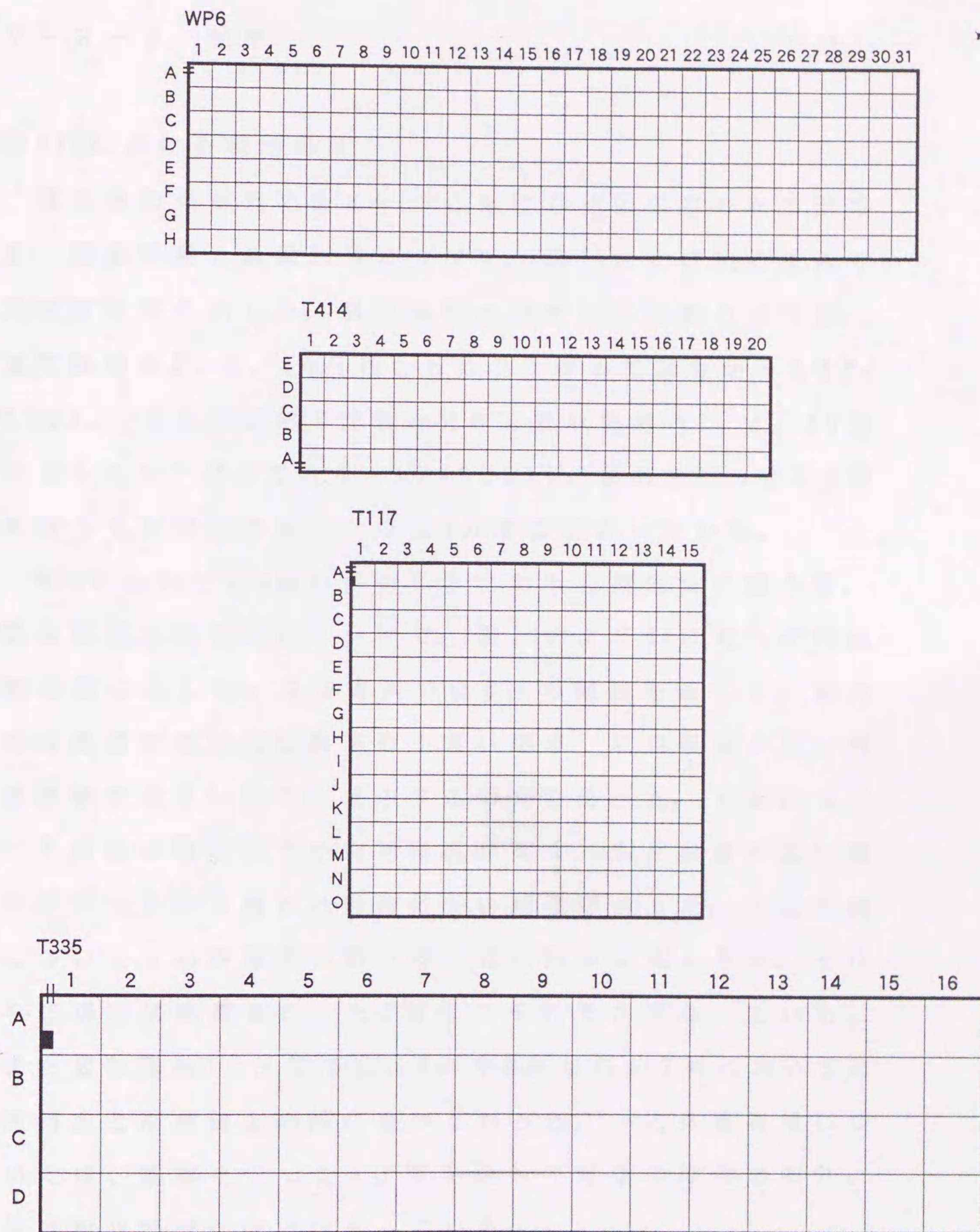


Figure 11. Map for behavioral observation recorded every 15 minutes locations of horses
 = indicates gate for manager entrance and exit. ■ indicates water tank.

V - 2 - 3. 結果

① WP6における利用場所

長方形の傾斜地であるWP6における各区画毎の利用回数を、採食利用と休息利用に分けて、図12および13にそれぞれ観察日毎に示した。各区画毎の採食利用回数の分布は、放牧開始後2、6、10日目ともにランダムではなかった($P < 0.01$)。また休息利用回数の分布も放牧開始後2、6、10日目ともにランダムではなく($P < 0.01$)、観察を行った3日間を通して休息利用場所はほぼ1カ所に定まっていた。

WP6において10m幅の列毎にまとめた利用回数の割合を、採食利用と休息利用に分けて、図14および15にそれぞれ観察日毎に示した。長辺方向では3回の観察を通して、採食利用頻度の高い列は数字の小さい場所、利用頻度の低い列は数字の大きい場所に集中する傾向があった。すなわちゲートに近い場所の方が利用頻度が高く、利用頻度の低い場所はゲートから離れた場所に多い傾向があった。短辺方向についても利用頻度の高い列と低い列が存在したが、それらの場所は観察を行った3日間でそれぞれ異なっていた。また放牧開始10日目では、8列中H列以外の7列において利用頻度と期待値との間に差がなかった。一方休息利用については、観察を行った3日間を通して同様の傾向であり、休息利用場所はほぼ定まっていた。

WP6における各区画毎の利用回数の割合と平均斜度との

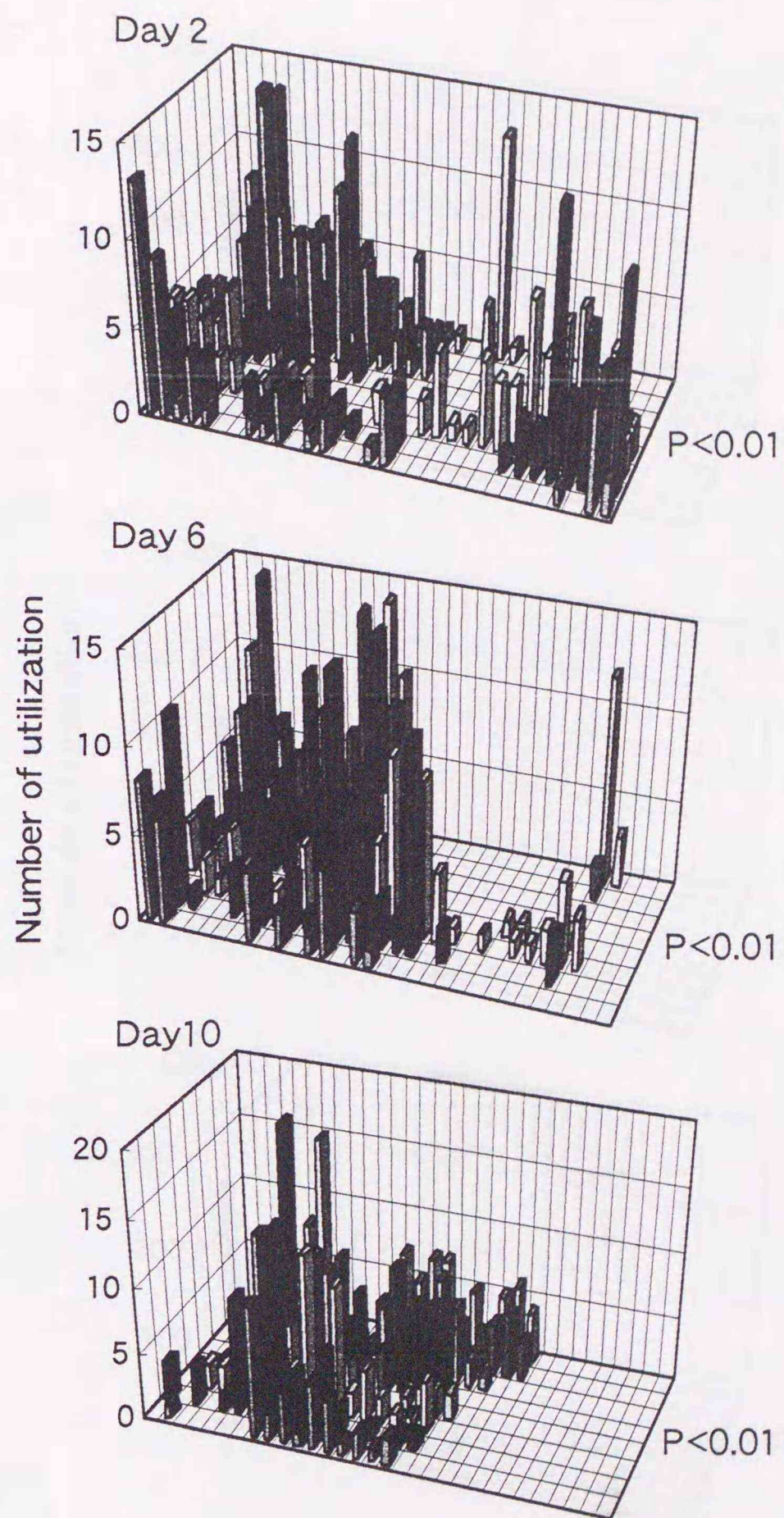


Figure 12. Number of utilization by horses at grazing phase on paddock-WP6(Exp.12)

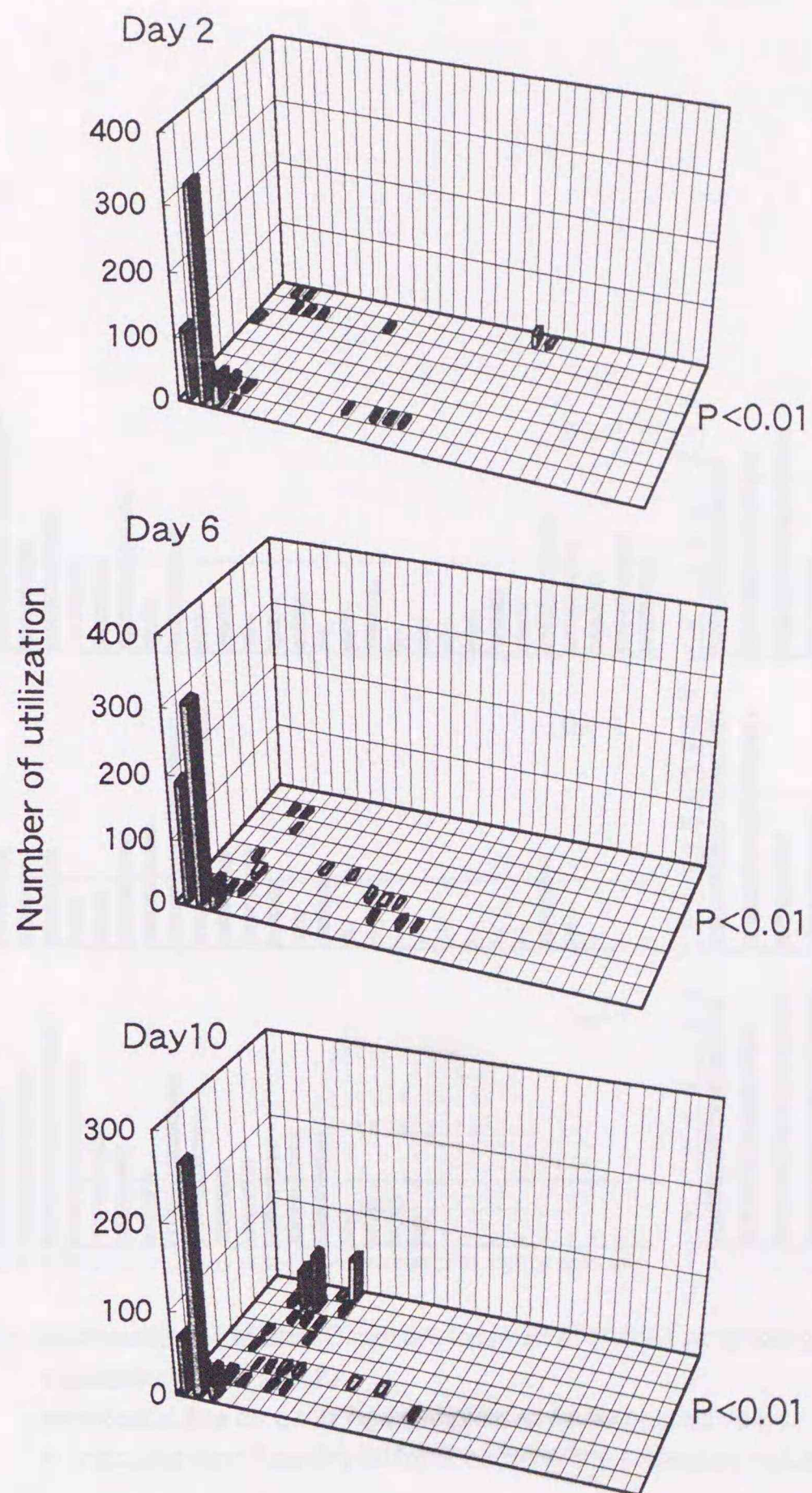


Figure 13. Number of utilization by horses at resting phase on paddock-WP6(Exp.12)

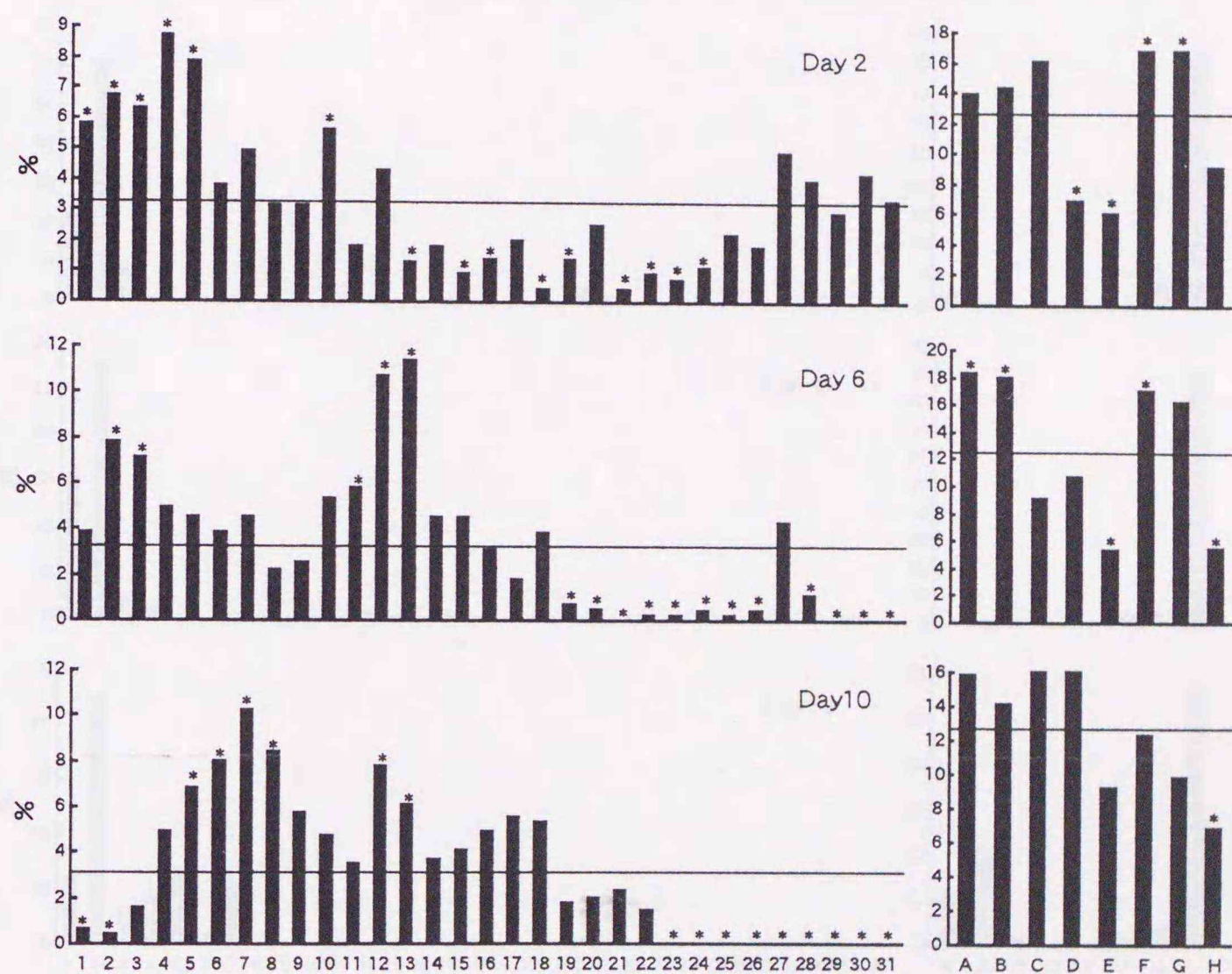


Figure 14. Distribution of every 10 meters location of horses at grazing on paddock-WP6(Exp.12)
Horizontal line on each figure indicates an expected value.
* indicates significant difference from the expected value($P < 0.05$).

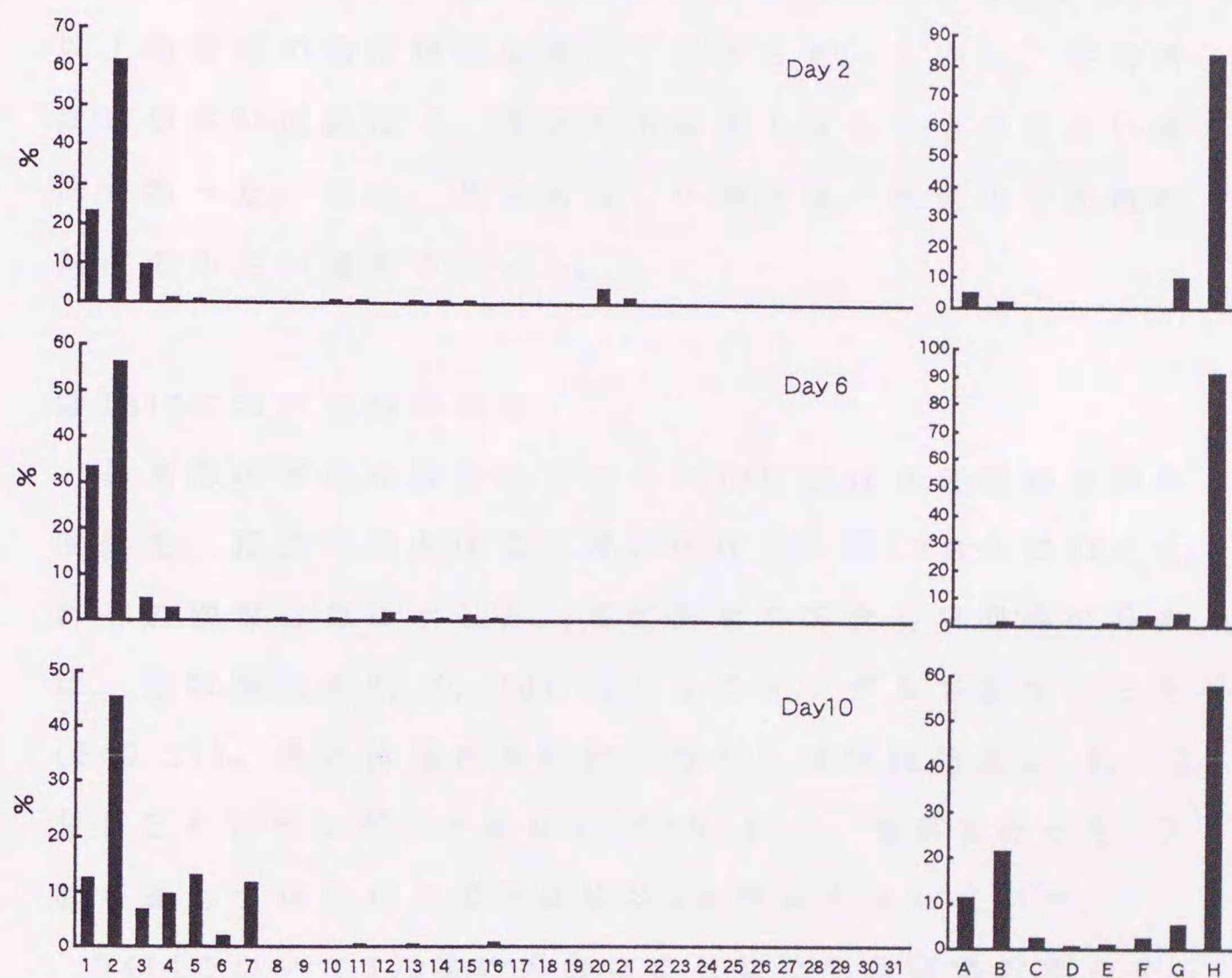


Figure 15. Distribution of every 10 meters location of horses at resting on paddock-WP6(Exp.12)

関係を、採食利用と休息利用に分けて図16および17にそれぞれ示した。休息利用については、観察を行った3日間の平均値で示した。放牧開始2、6、10日目ともに平均斜度が大きくなるほど採食利用頻度は低下する傾向があり、38度以上の区画の利用頻度は極めて低かった。しかし、平均斜度が小さい区画ほど、採食利用頻度のばらつきが大きい傾向があった。また、休息利用した場所は、牧区内で比較的斜度の小さい場所であった。

② T414における利用場所

長方形の平坦な放牧地であるT414における区画毎の利用回数を、採食利用と休息利用に分けて、図18および19にそれぞれ観察日毎に示した。各区画毎の採食利用回数の分布は、放牧開始後2、6、10日目ともにランダムではなかった($P < 0.01$)。また休息利用回数の分布も放牧開始後2、6、10日目ともにランダムではなく($P < 0.01$)、観察を行った3日間を通して休息利用場所はほぼ1カ所に定まっていた。

T414において10m幅の列毎にまとめた利用回数の割合を、採食利用と休息利用に分けて、図20および21にそれぞれ観察日毎に示した。長辺方向では、放牧開始2日目においてまず1列の最もゲートに近い列の採食利用頻度が高く($P < 0.01$)、利用頻度の低い列は比較的ゲートから離れた場所に存在した。放牧開始6日目においても、採食利用頻度の低い列はゲートから離れた場所に集中する傾向があったが、

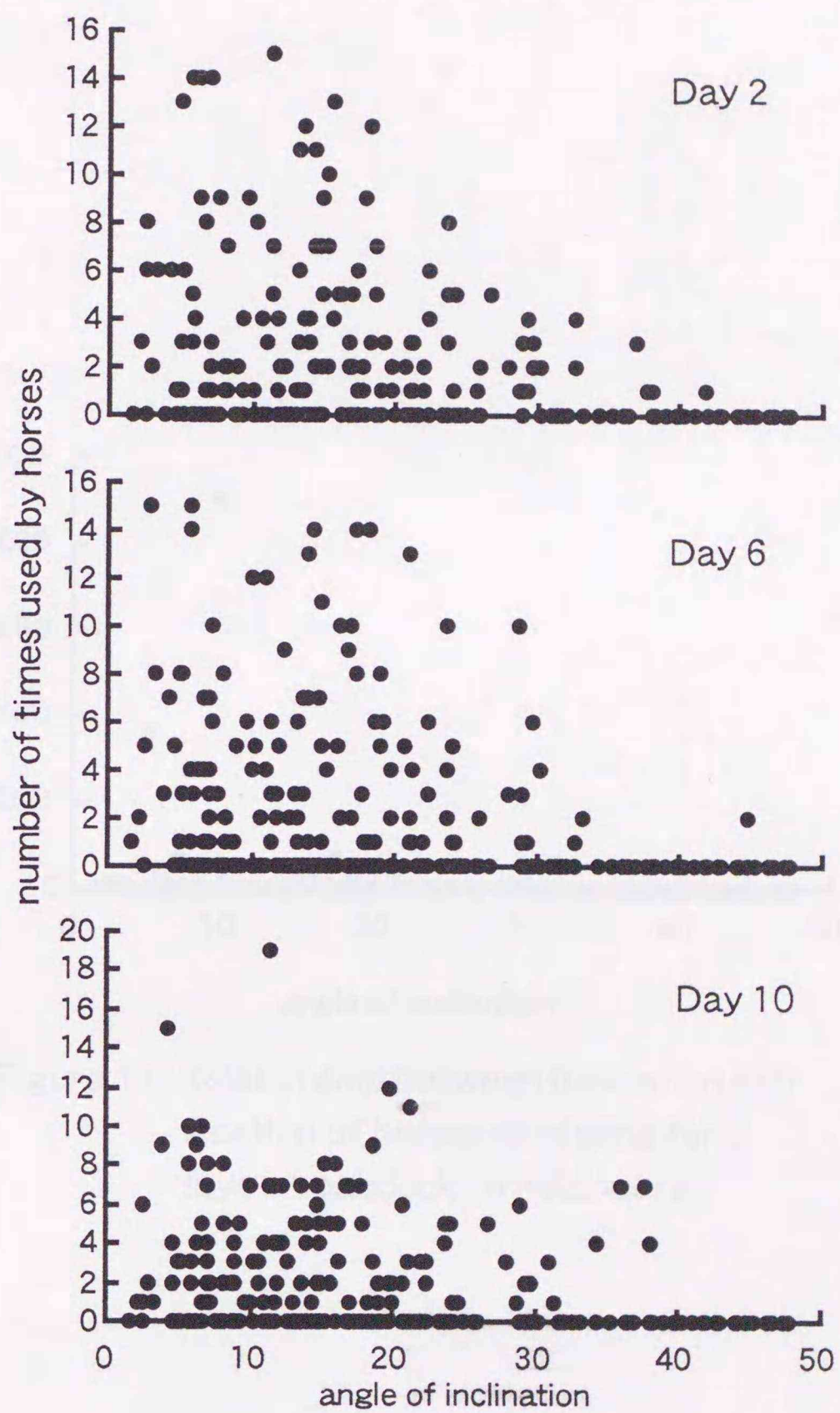


Figure 16. Relationship between inclination and location of horses at grazing on paddock-WP6(Exp.12)

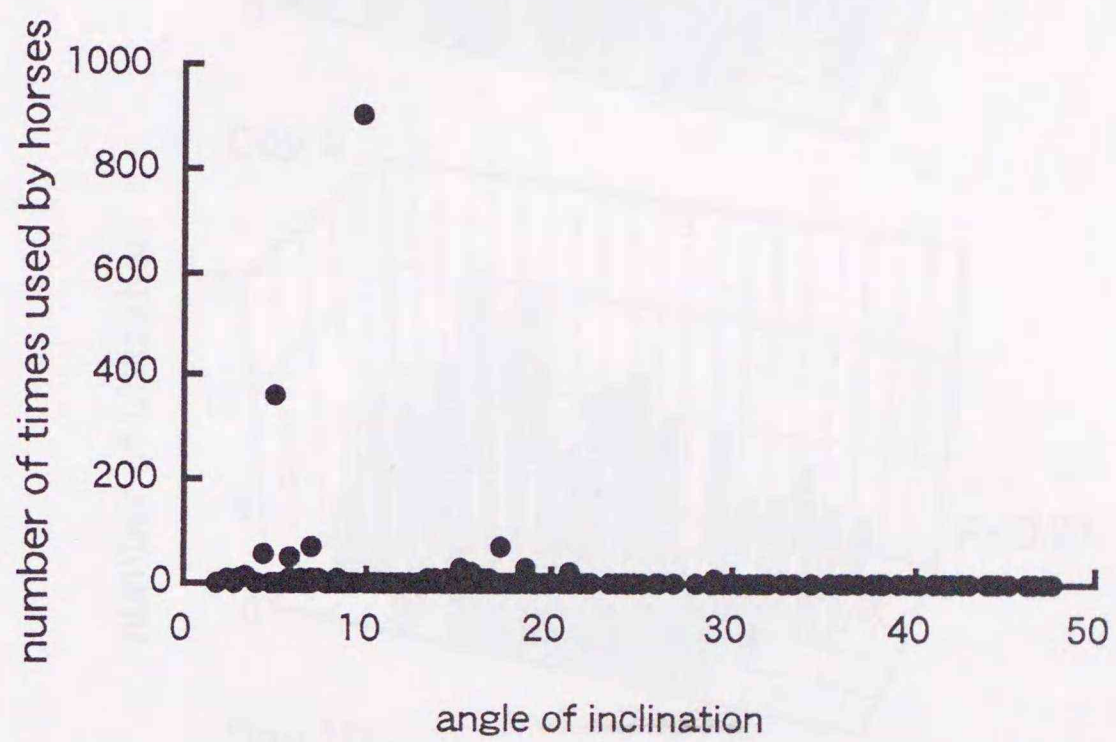


Figure 17. Relationship between inclination and location of horses at resting for 3 days on paddock-WP6(Exp.12)

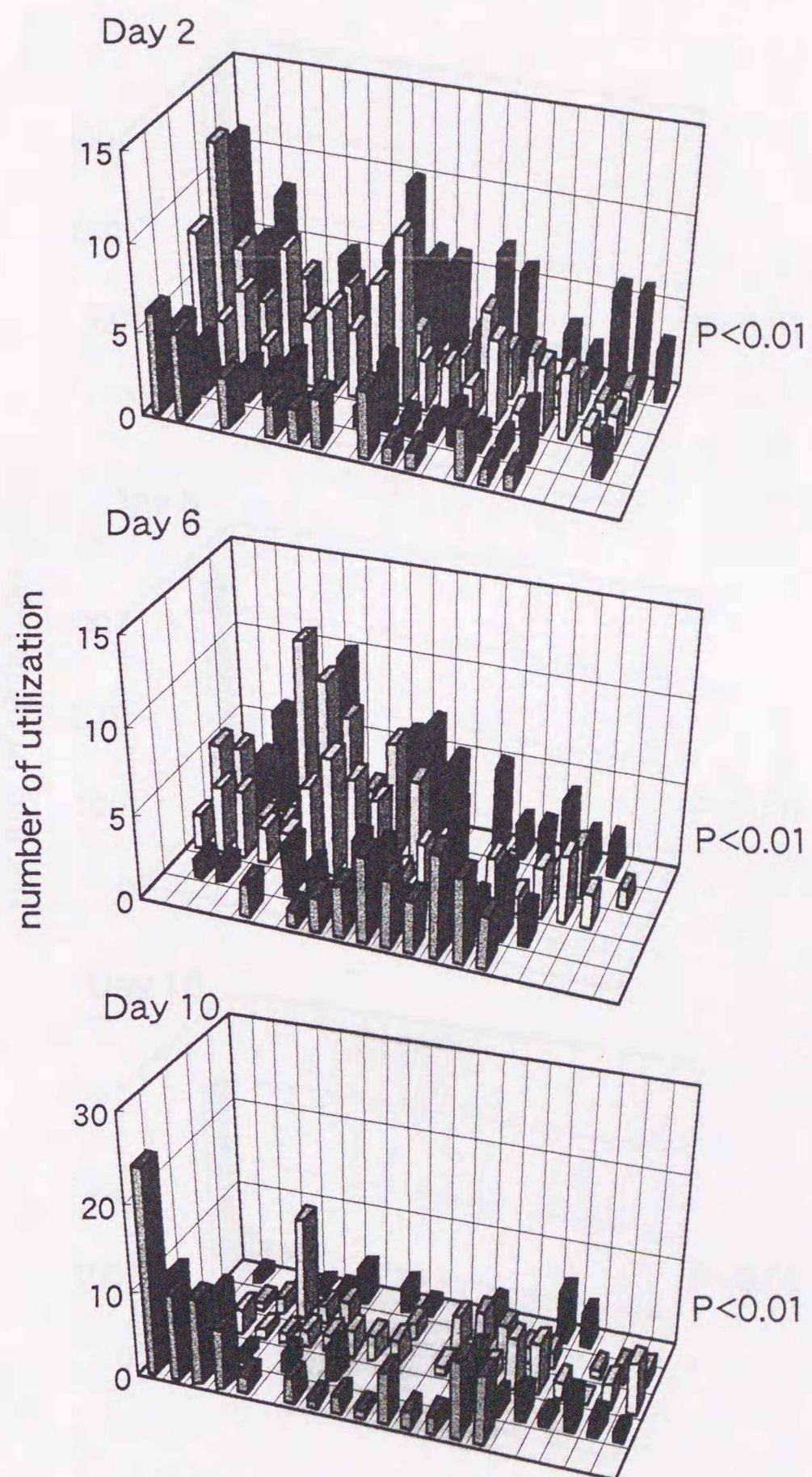


Figure 18. Number of utilization by horses at grazing phase on paddock-T414(Exp.12)

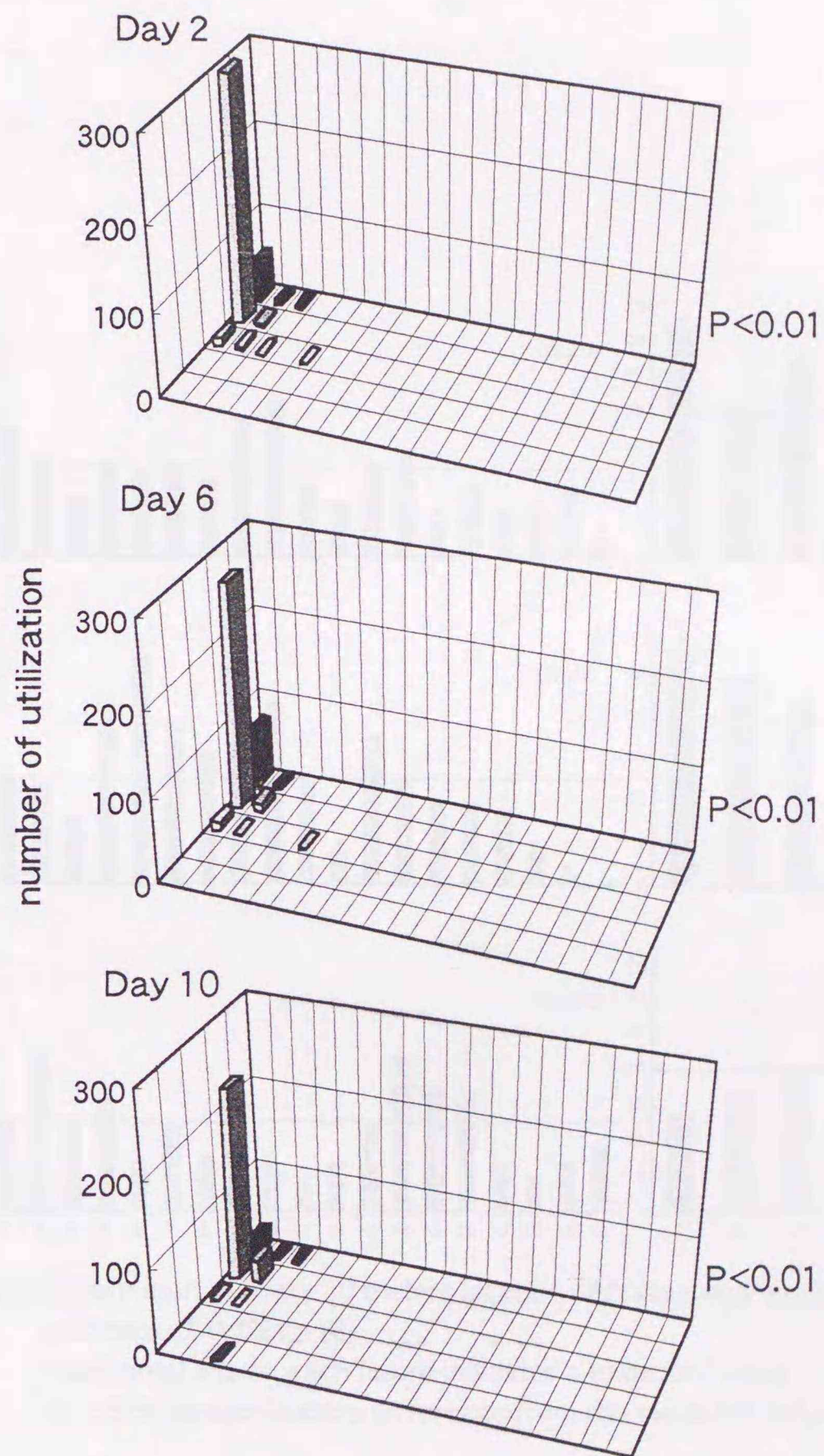


Figure 19. Number of utilization by horses at resting phase on paddock-T414(Exp.12)

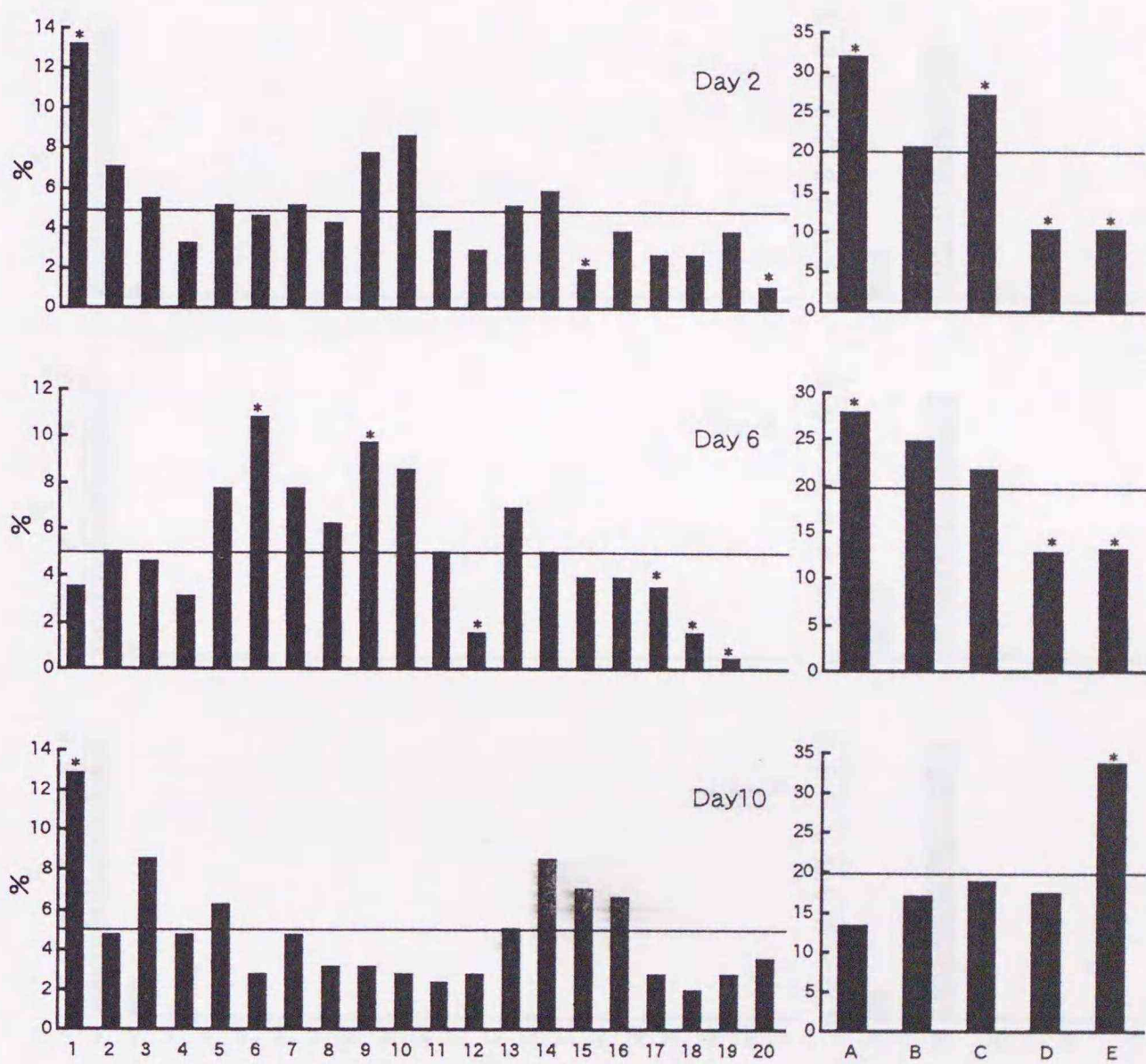


Figure 20. Distribution of every 10 meters location of horses at grazing on paddock-T414(Exp.12)

Horizontal line on each figure indicates a expected value.

* indicates significant difference from the expected value($P < 0.05$).

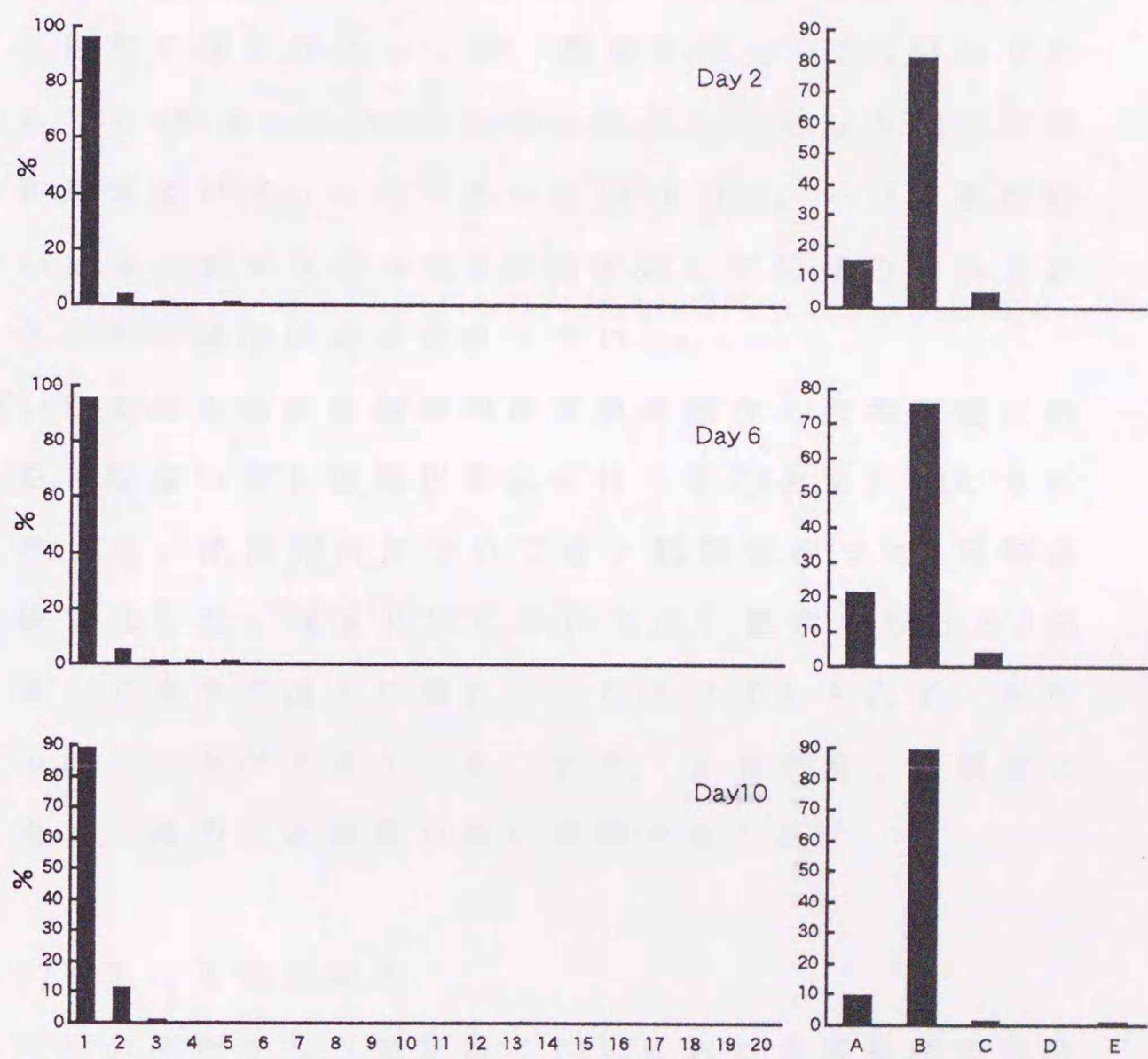


Figure 21. Distribution of every 10 meters location of horses at resting on paddock-T414(Exp.12)

利用頻度の高い列は2日目よりもゲートから離れた場所に移動していた。さらに放牧開始10日目では、1列の採食利用頻度が再び高くなったが($P<0.01$)、その他の列においては利用頻度と期待値との間に差はなかった。短辺方向においても同様の傾向があったが、観察を行った3日間いずれにおいてもA列もしくはE列といった長辺に沿った牧区辺縁部の利用頻度が高いものであった($P<0.01$)。一方休息利用については、観察を行った3日間を通して同様の傾向であり、休息利用場所はほぼ定まっていた。

T414における各区画毎の利用回数の割合と立木密度との関係を、採食利用と休息利用に分けて図22および23にそれぞれ示した。休息利用については、観察を行った3日間の平均値で示した。採食利用については、観察を行った3日間を通して立木密度との間に一定の傾向はみられず、利用頻度のばらつきが大きかった。また、休息利用した場所は、牧区内で比較的立木密度の低い場所であった。

③ T117における利用場所

正方形の平坦な放牧地であるT117における区画毎の利用回数を、採食利用と休息利用に分けて、図24および25にそれぞれ観察日毎に示した。各区画毎の採食利用回数の分布は、放牧開始後2および6日目でランダムではなかったが($P<0.01$)、10日目にはランダムな分布を示した。また休息利用回数の分布は放牧開始後2、6、10日目ともにランダム

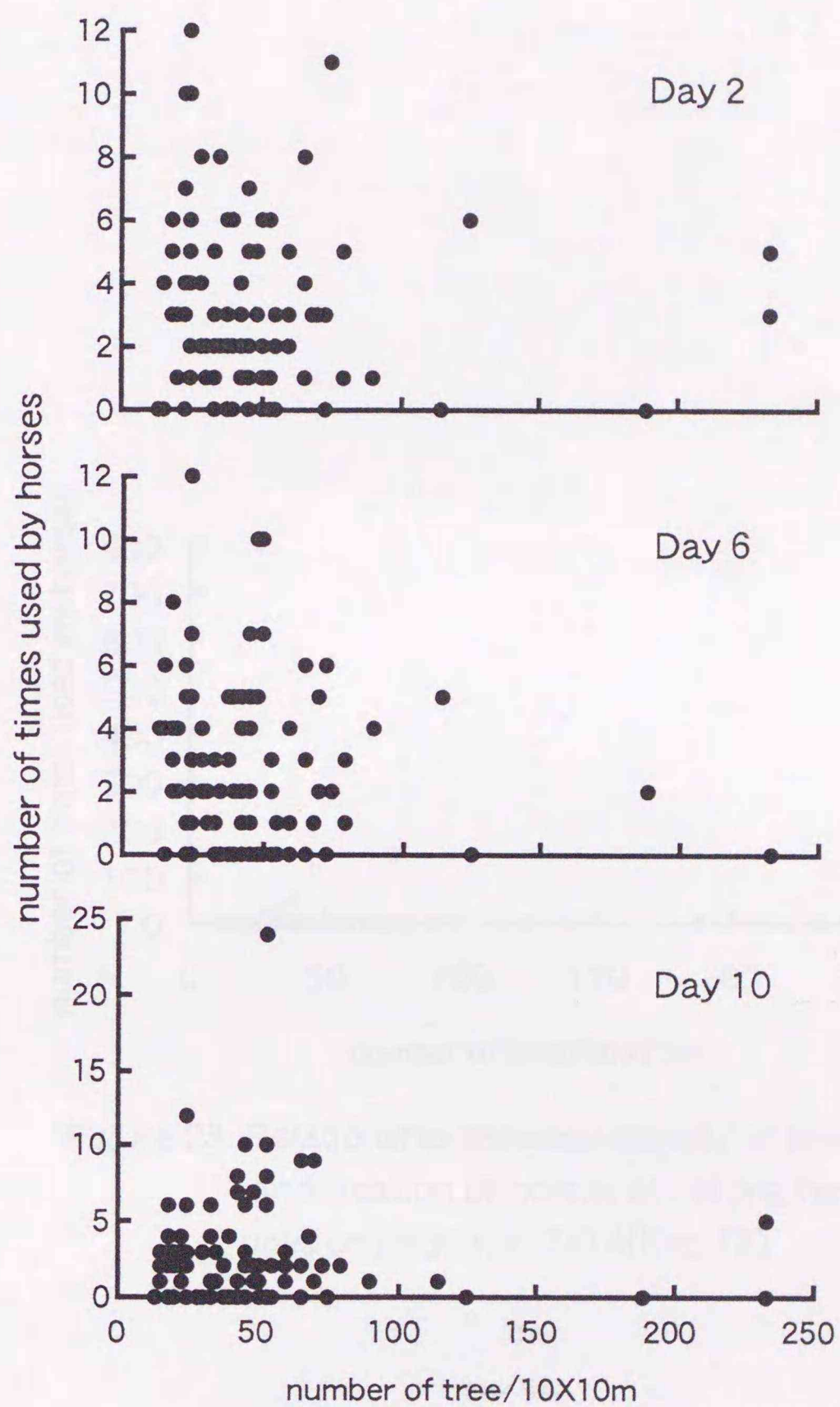


Figure 22. Relationship between density of tree and location of horses at grazing on paddock-T414(Exp.12)

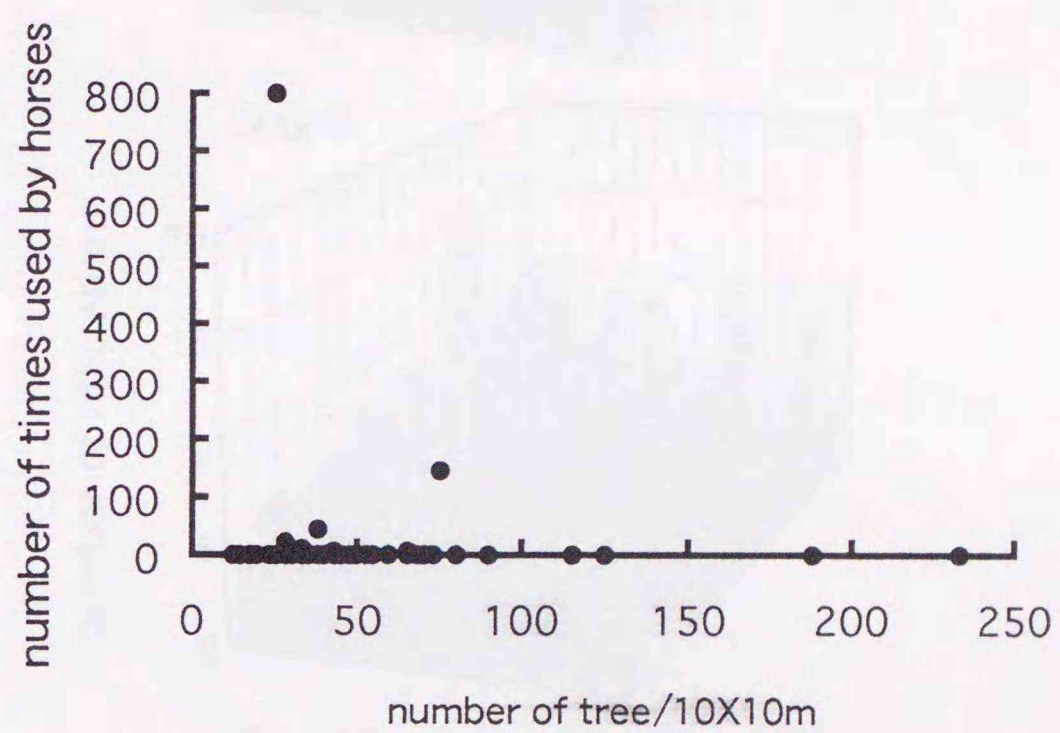


Figure 23. Relationship between density of tree and location of horses at resting for 3 days on paddock-T414(Exp.12)

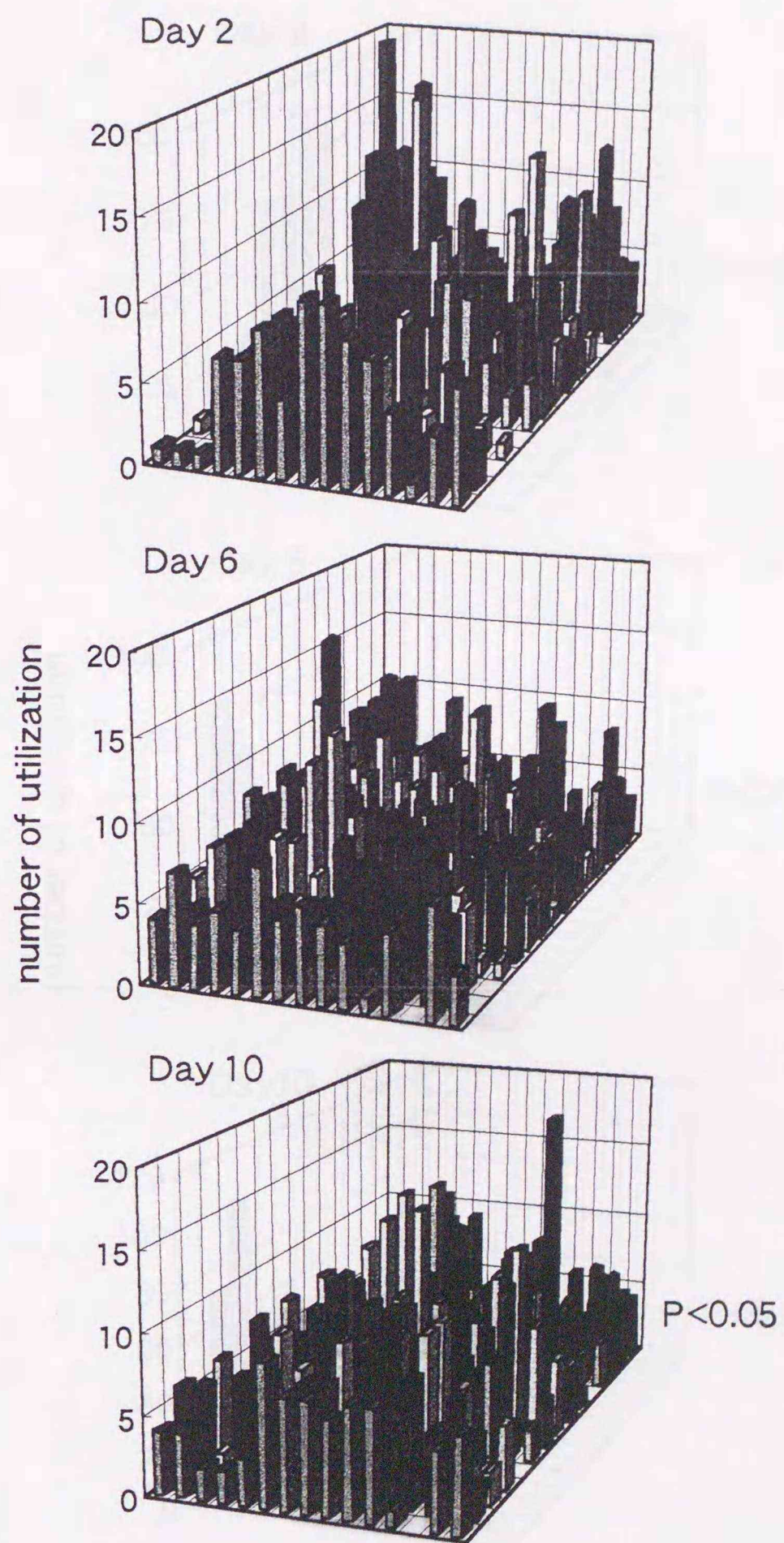


Figure 24. Number of utilization by horses at grazing phase on paddock-T117(Exp.12)

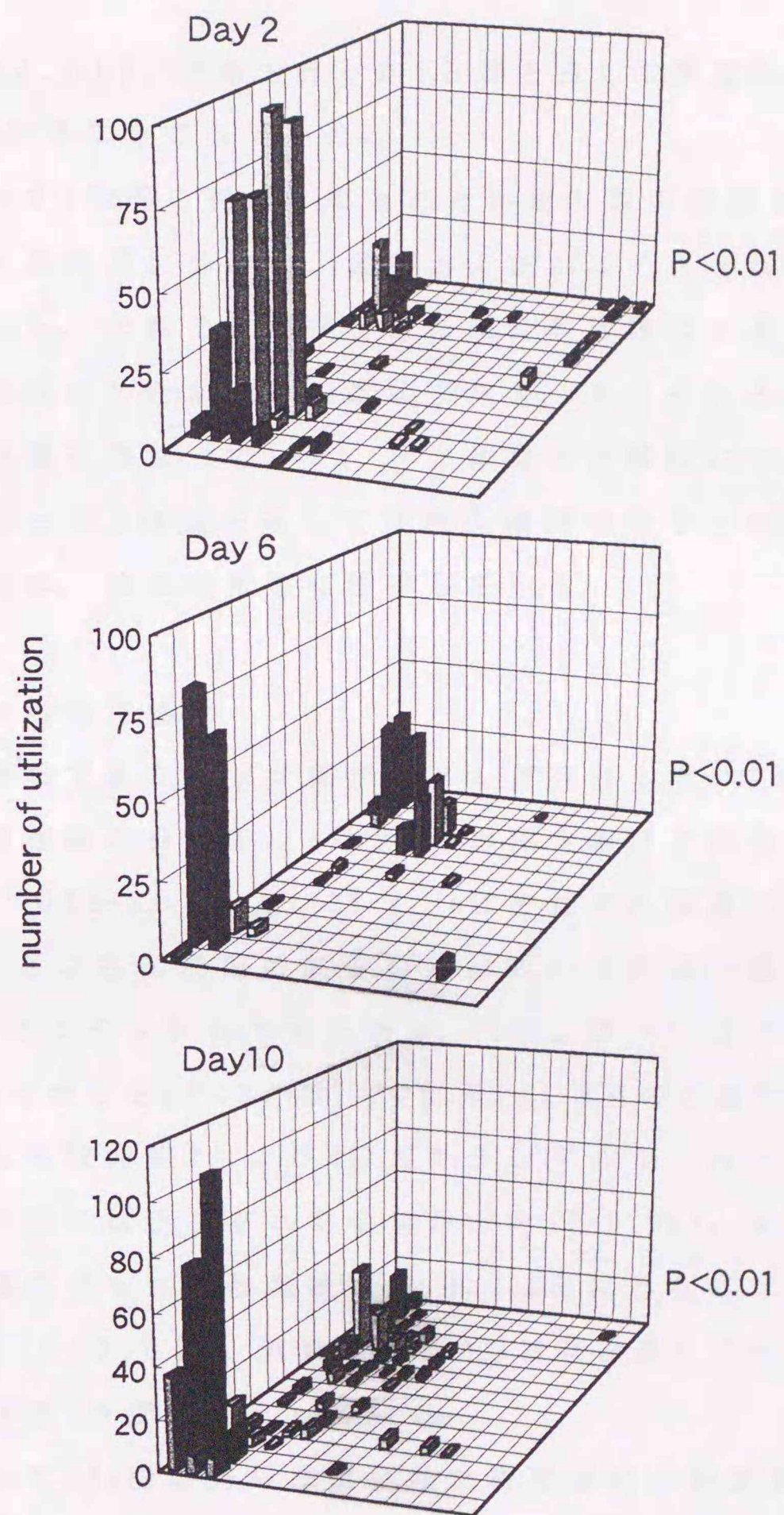


Figure 25. Number of utilization by horses at resting phase on paddock-T117(Exp.12)

ではなく($P < 0.01$)、観察を行った3日間を通して休息利用場所はほぼ1カ所に定まっていた。

T117において10m幅の列毎にまとめた利用回数の割合を、採食利用と休息利用に分けて、図26および27にそれぞれ観察日毎に示した。それぞれ観察日毎に採食利用頻度の高い列と低い列は存在したが、その数は少なく、またそれらの場所は観察日毎に異なっていた。一方休息利用頻度については観察を行った3日間を通して同様の傾向であり、利用頻度の高い列は、牧区辺縁部に集中していた。

④ T335における利用場所

長方形で平坦であり、ササ類がほとんど存在しないT335における利用回数の分布を、6月と8月の採食利用と休息利用に分けて、図28-a、bおよび29-a、bにそれぞれ観察日毎に示した。6月の各区画毎の採食利用回数の分布は、放牧開始後2日目ではランダムであったが、6および10日目ではランダムではなかった($P < 0.05$ 、 $P < 0.01$)。8月の採食利用回数の分布は放牧開始2および6日目でランダムな分布を示したが、10日目ではランダムではなかった($P < 0.05$)。また休息利用回数の分布は放牧開始後2、6、10日目ともにランダムではなく($P < 0.01$)、観察を行った3日間を通して休息利用場所はほぼ1カ所に定まっていた。

T335において25m幅の列毎にまとめた利用回数の割合を、6月と8月の採食利用と休息利用に分けて、図30-a、bおよ

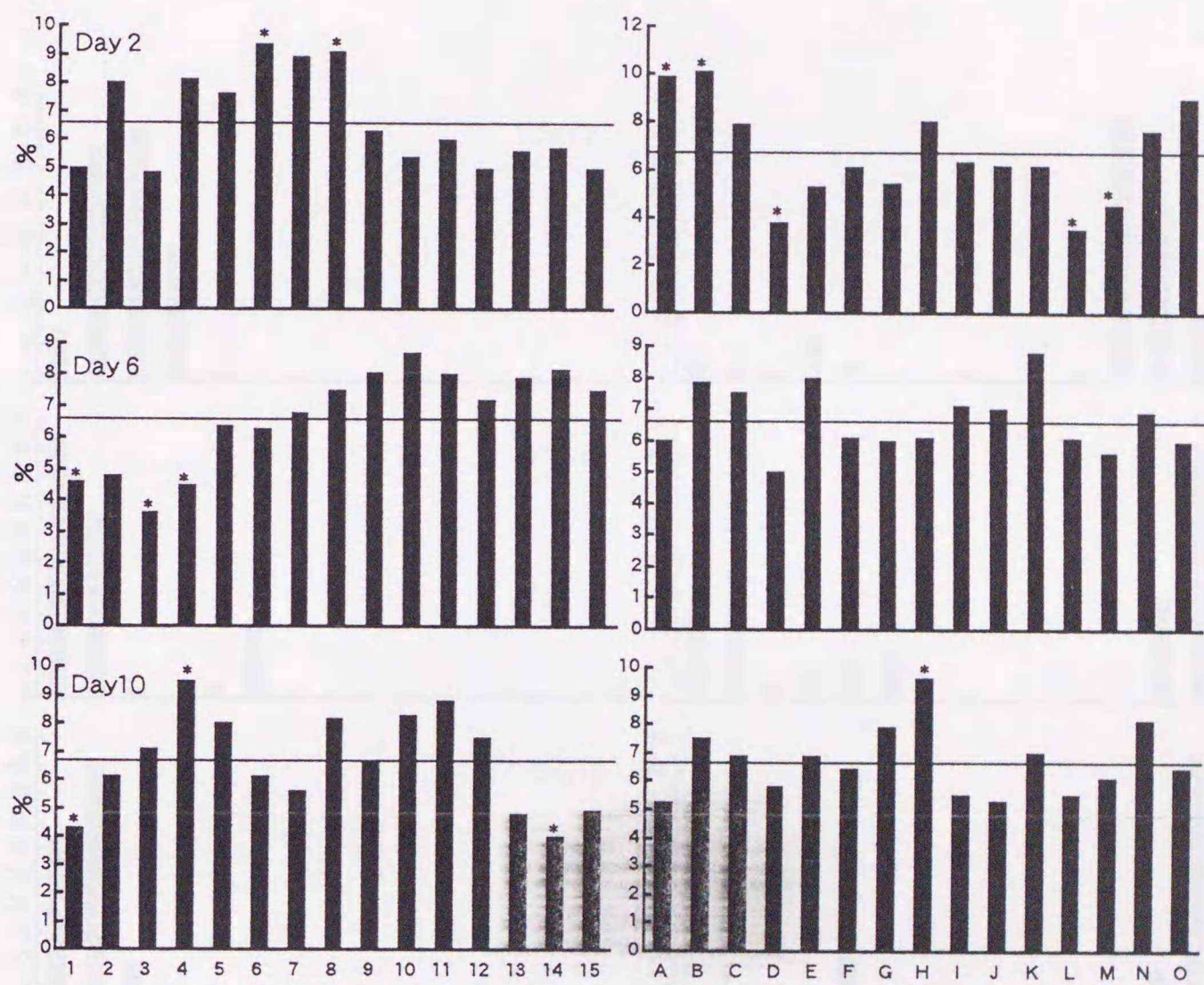


Figure 26. Distribution of every 10 meters location of horses at grazing on paddock-T117(Exp.12)
Horizontal line on each figure indicates a expected value.
* indicates significantry difference from the expected value(P<0.05).

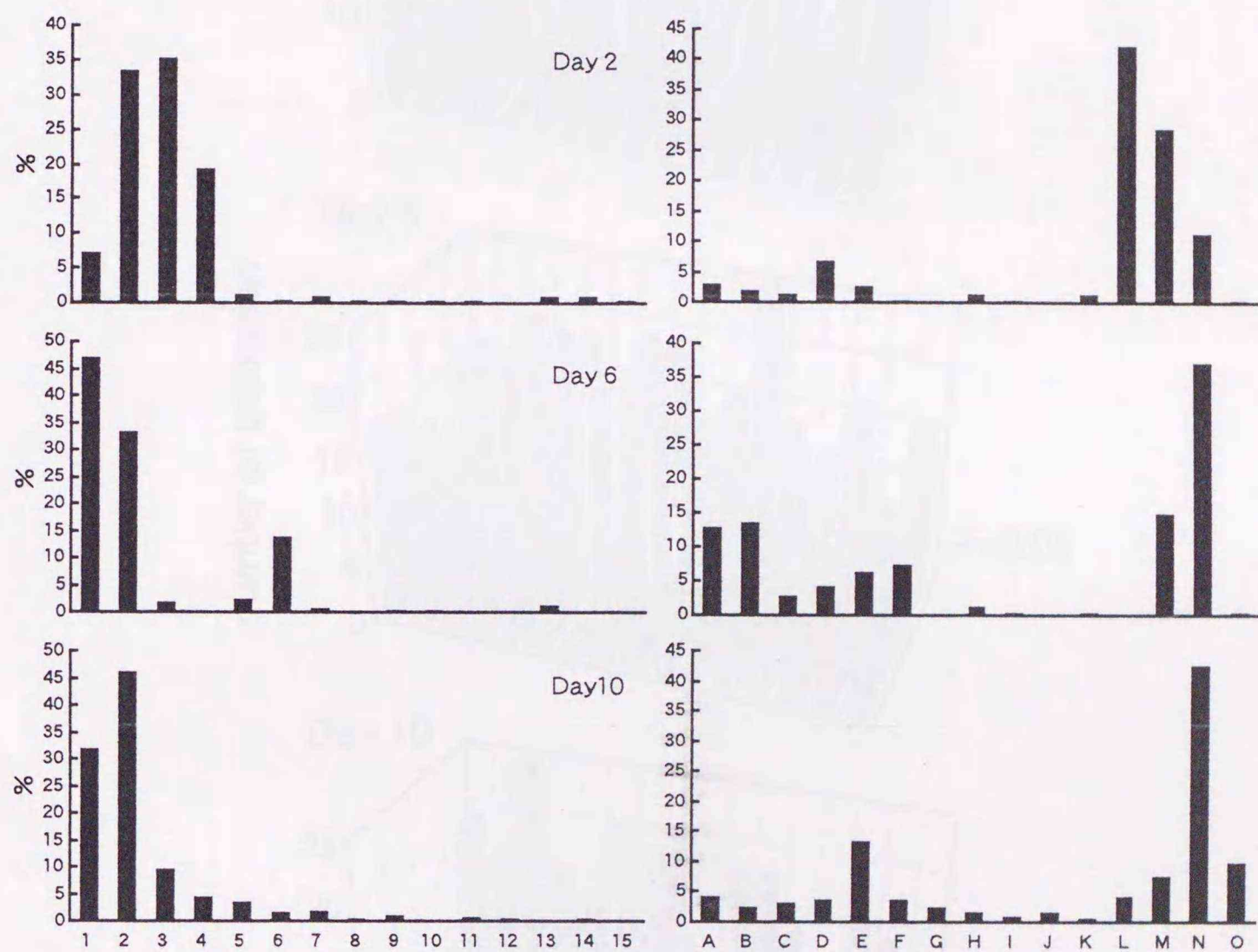


Figure 27. Distribution of every 10 meters location of horses at resting on paddock-T117(Exp.12)

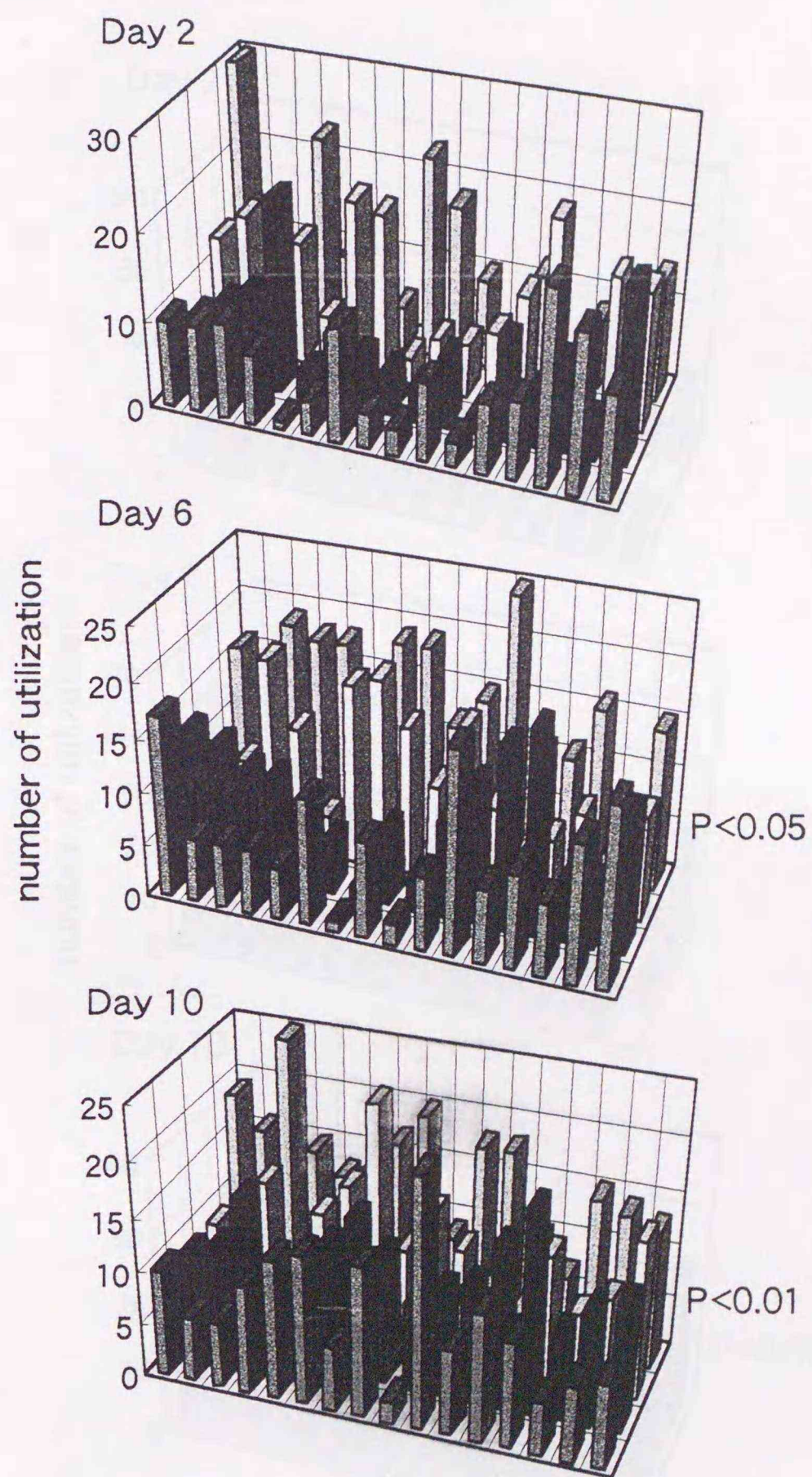


Figure 28-a. Number of utilization by horses at grazing phase on paddock-T335 in June(Exp.12)

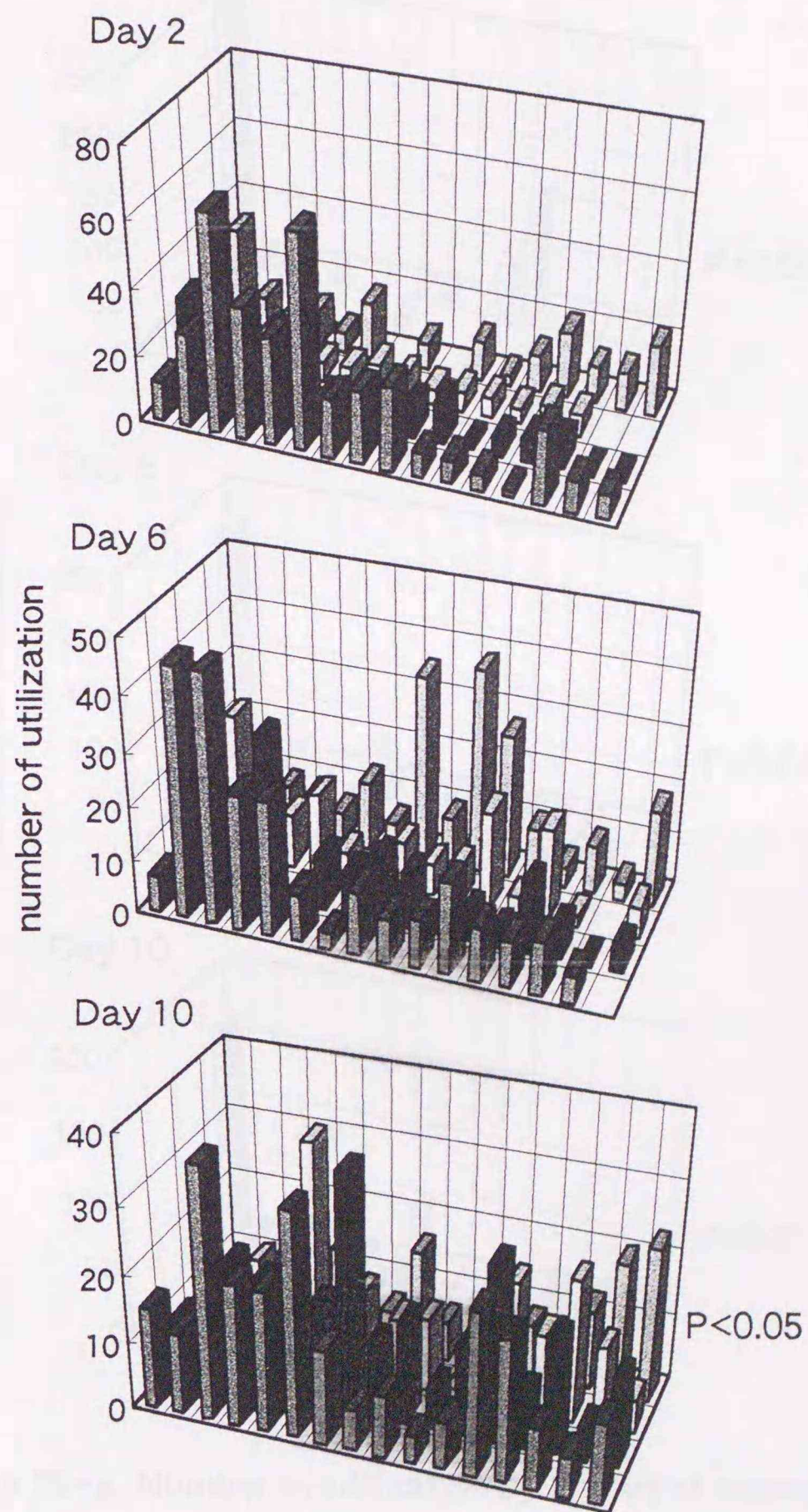


Figure 28-b. Number of utilization by horses at grazing phase on paddock-T335 in August(Exp.12)

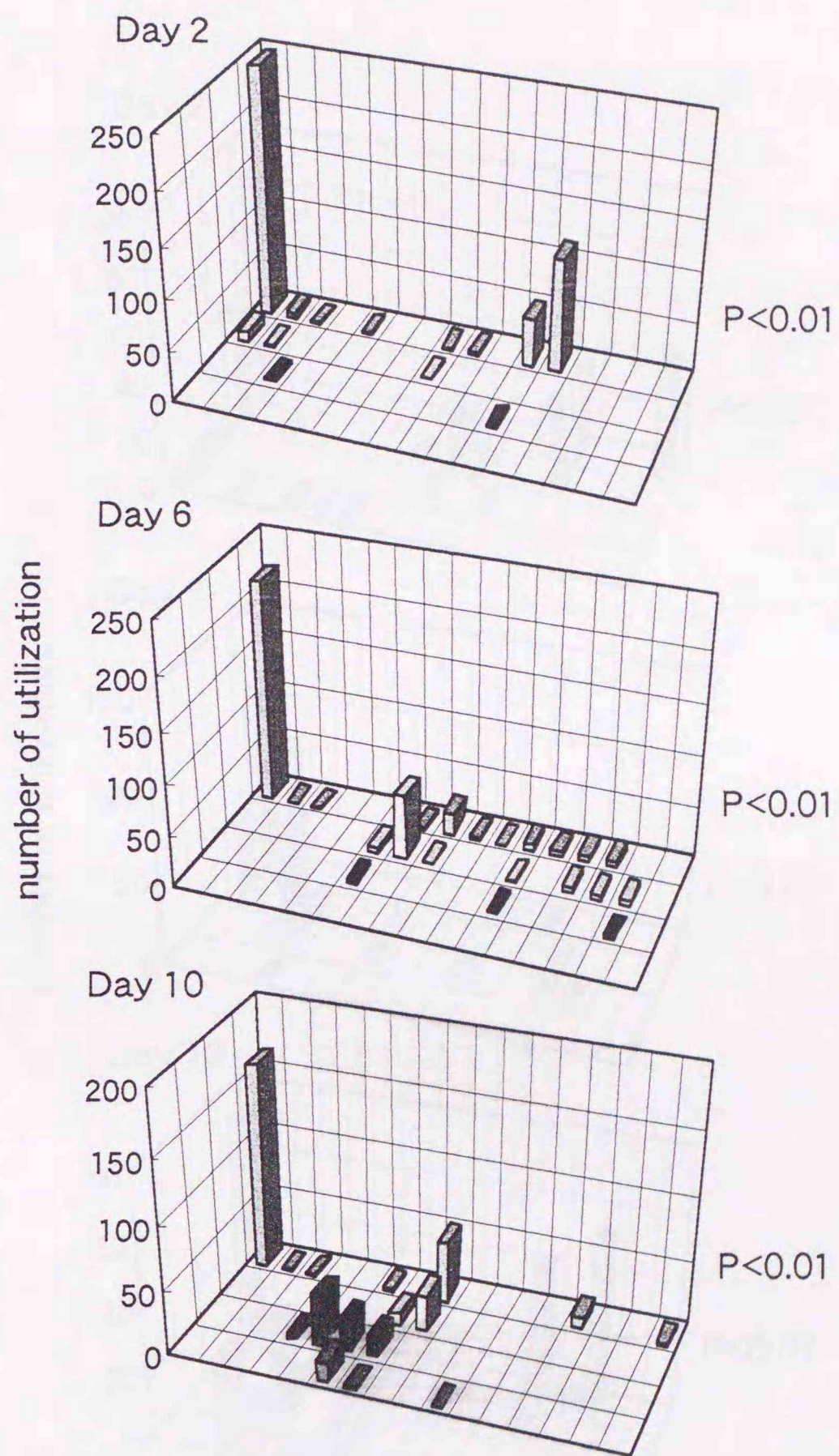


Figure 29-a. Number of utilization by horses at resting phase on paddock-T335 in June(Exp.12)

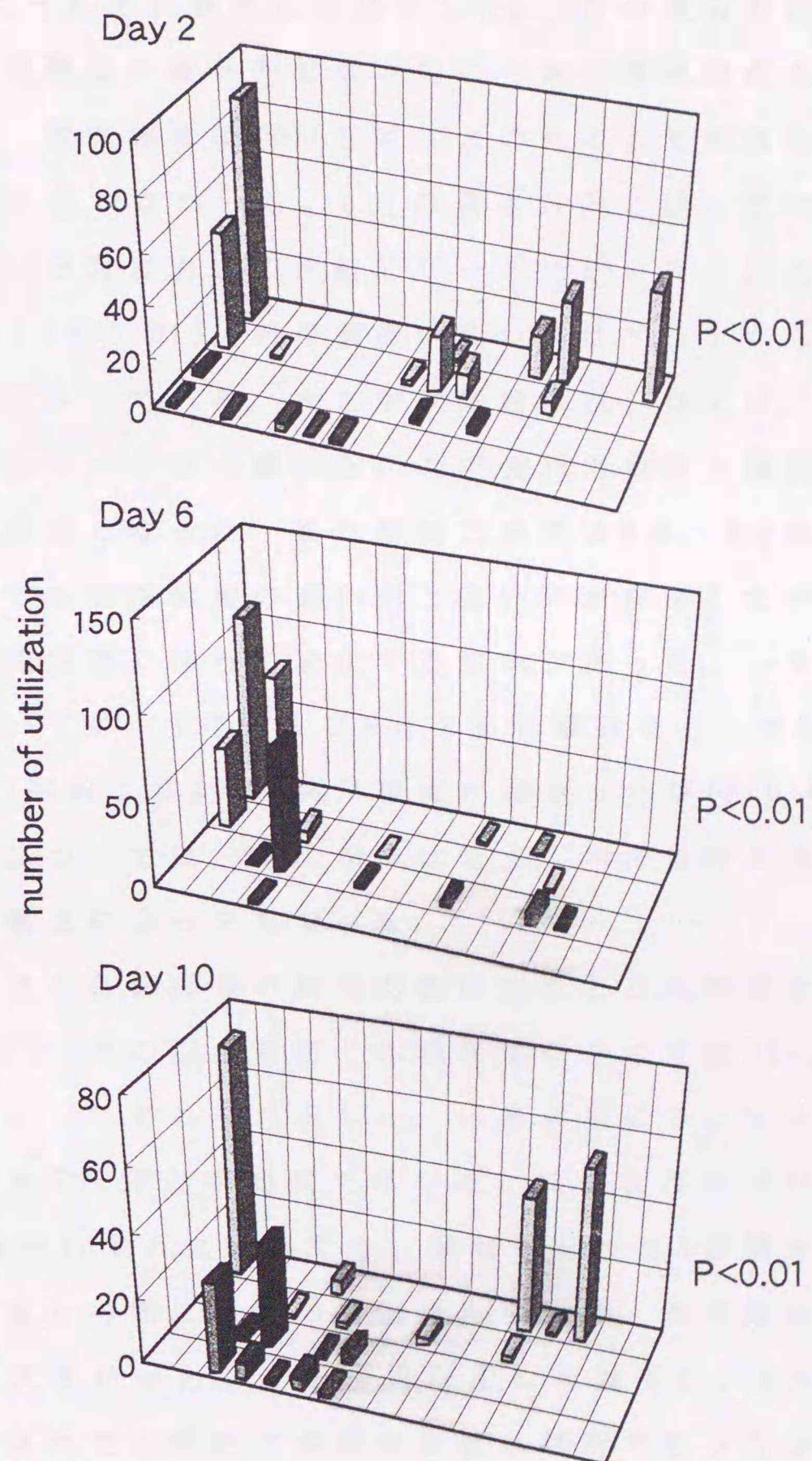


Figure 29-b. Number of utilization by horses at resting phase on paddock-T335 in August(Exp.12)

び31-a、bにそれぞれ観察日毎に示した。6月の長辺方向では、採食利用頻度の高い列と低い列に一定の傾向はみられなかったが、放牧開始後10日目にはどの列の利用頻度も期待値との間に差がなかった。8月の長辺方向では、放牧開始後2および6日目において比較的ゲートに近い列の採食利用頻度が高く($P<0.01$)、利用頻度の低い列はゲートから離れた場所に集中していた。また放牧開始後10日目では、13~16といったゲートから離れた列の採食利用頻度と期待値との間に差はなくなった。また短辺方向では6月、8月のどちらにおいても利用頻度の高い列と低い列が存在したが、入牧後日数の経過に伴って変化する傾向があった。一方休息利用については、6月および8月ともに観察を行った3日間を通して1列およびA列の利用頻度が高かったが($P<0.01$)、その他の列については一定の傾向はなく、利用頻度の多くなる列が観察日によって異なった。

T335における各区画毎の利用回数の割合と立木密度との関係を、6月と8月の採食利用と休息利用に分けて図32-a、bおよび33-a、bにそれぞれ示した。休息利用については、観察を行った3日間の平均値で示した。採食利用については、6月と8月いずれにおいても、観察を行った3日間を通して立木密度との間に一定の傾向はみられず、利用頻度のばらつきが大きかった。また休息利用した場所は、8月においては牧区内で比較的立木密度の低い場所であったが、6月では牧区内の平均立木密度より高い場所であった。

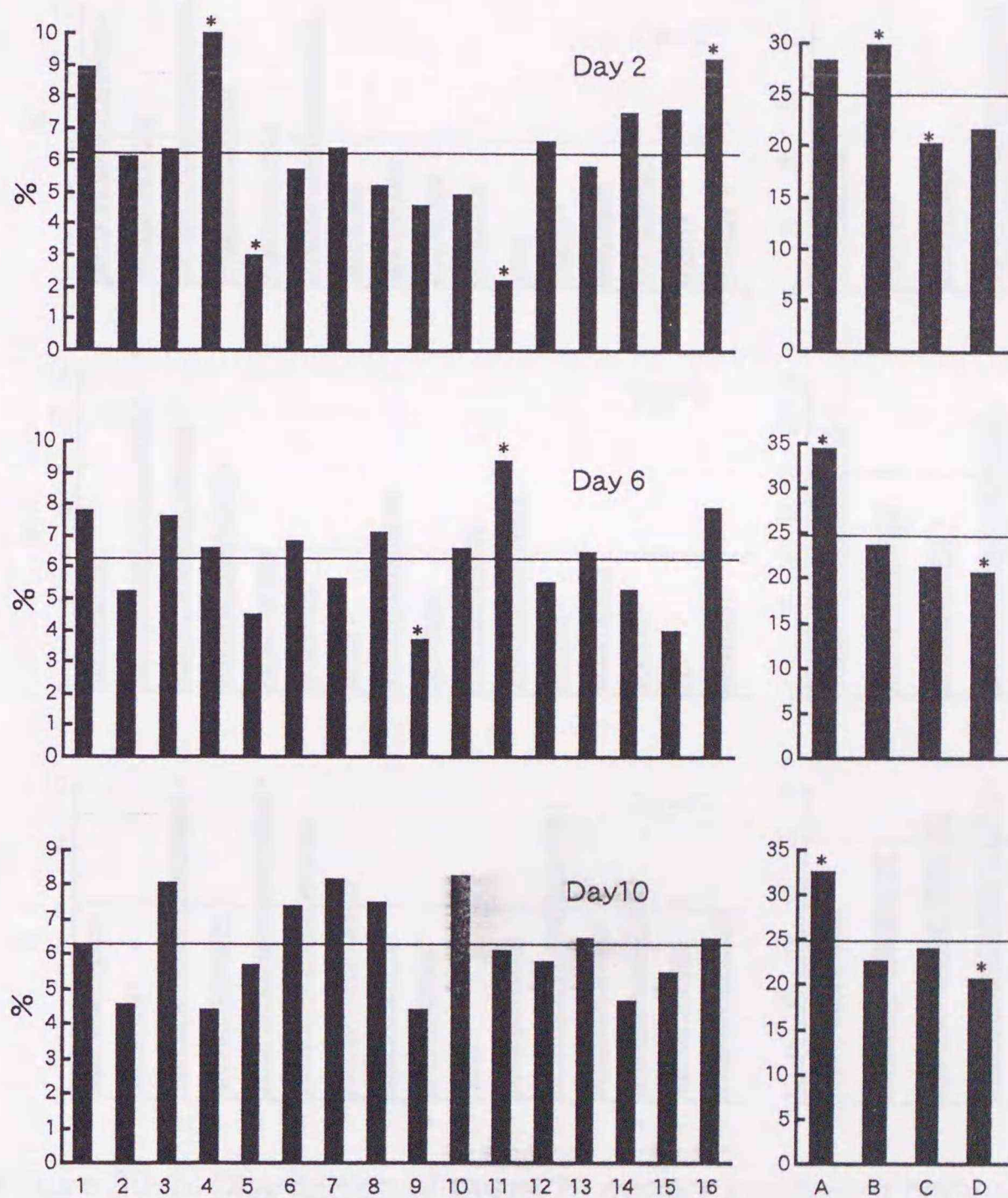


Figure 30-a. Distribution of every 10 meters location of horses at grazing on paddock-T335 in June(Exp.12)
Horizontal line on each figure indicates a expected value. * indicates significant difference from the expected value($P < 0.05$).

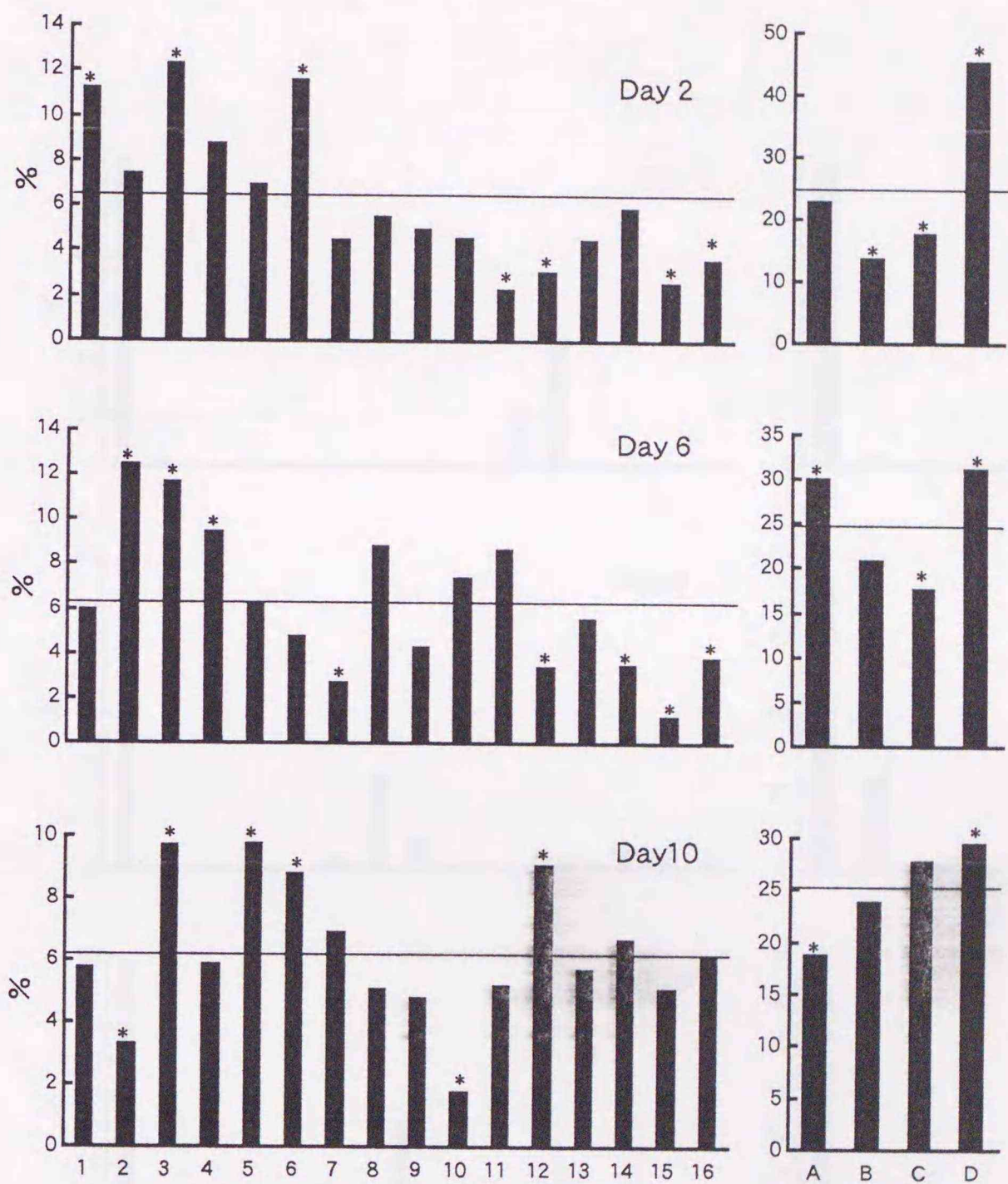


Figure 30-b. Distribution of every 10 meters location of horses at grazing on paddock-T335 in August(Exp.12)
Horizontal line on each figure indicates a expected value. * indicates significant difference from the expected value($P < 0.05$).

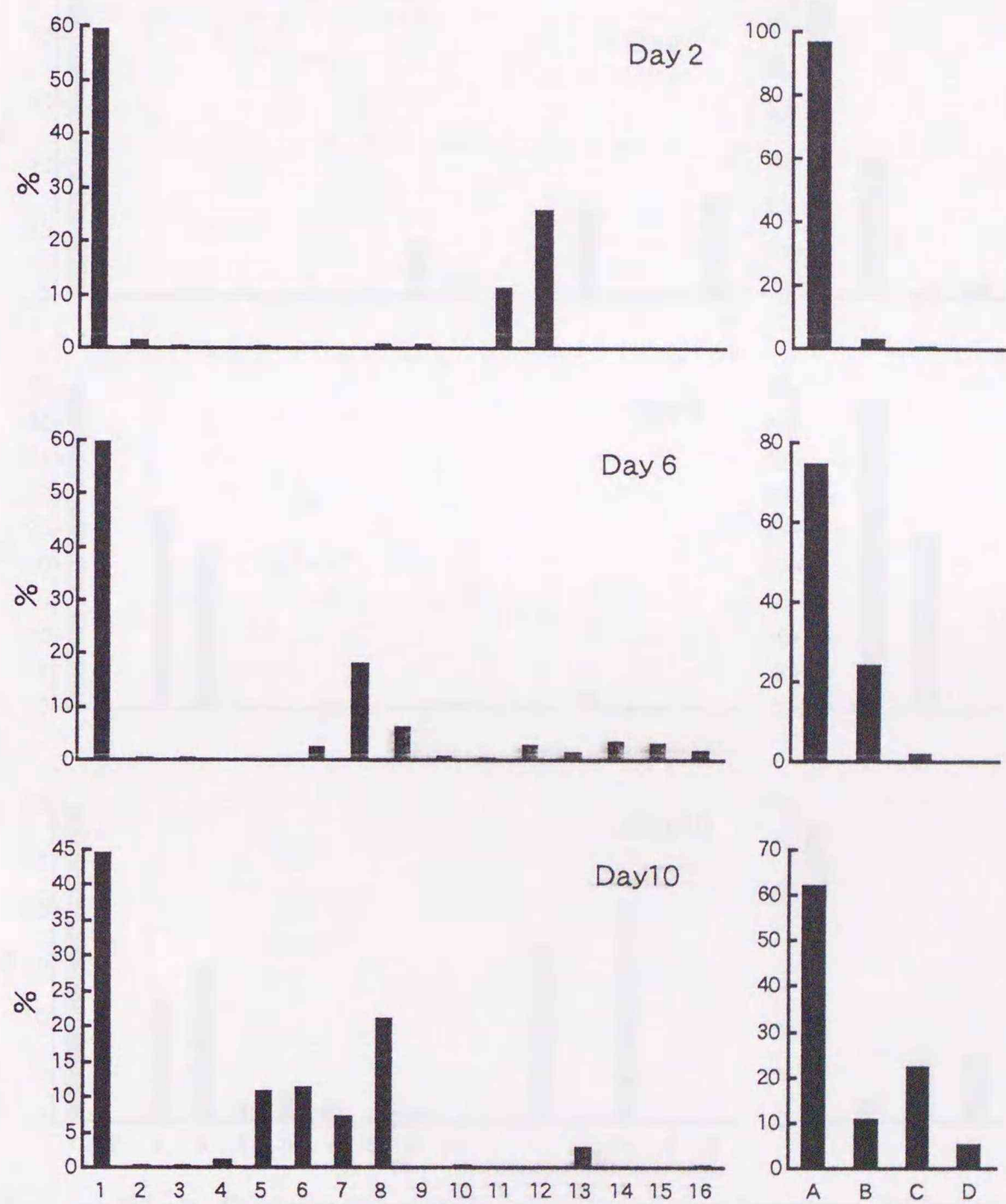


Figure 31-a. Distribution of every 10 meters location of horses at resting on paddock-T335 in June(Exp.12)

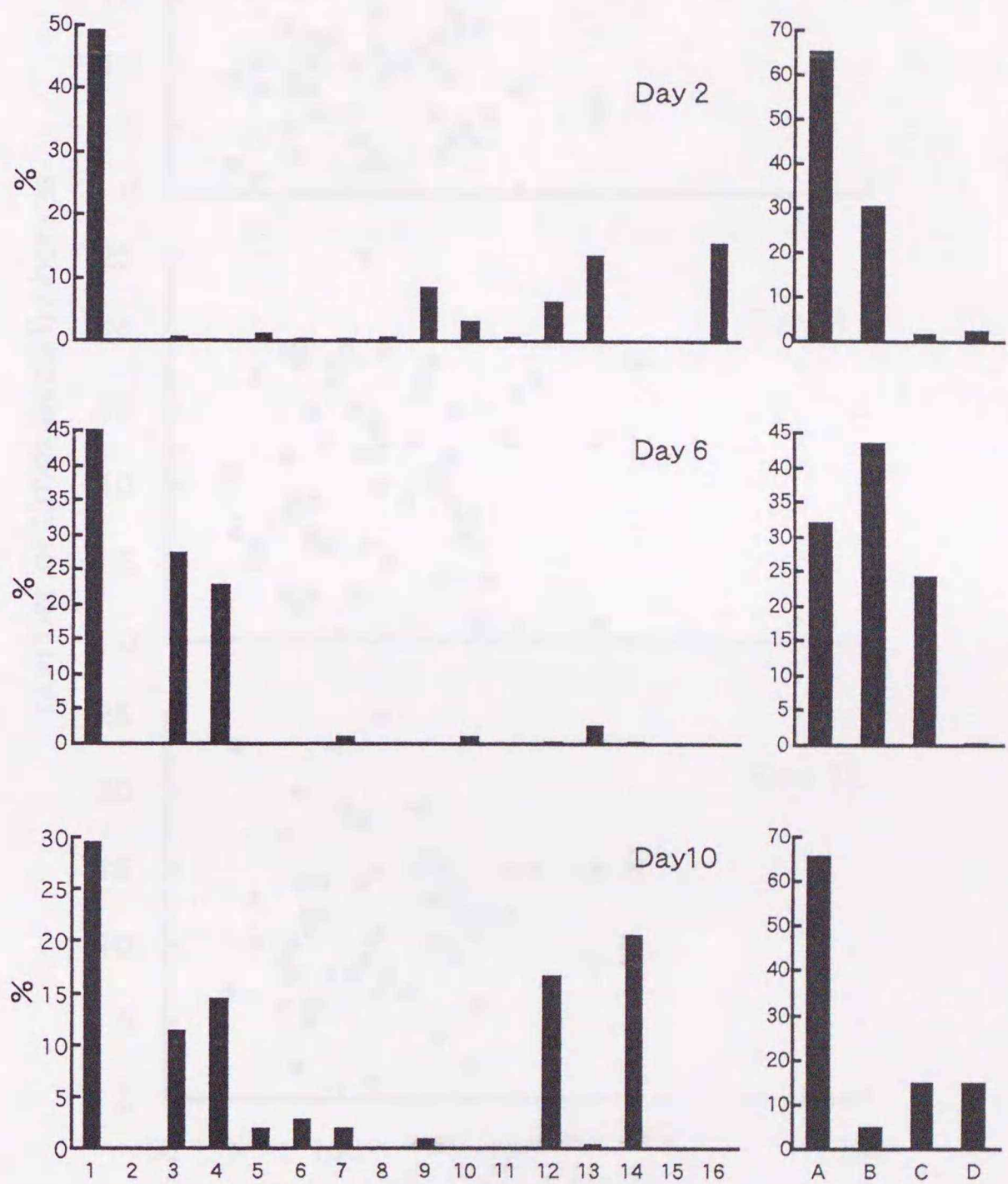


Figure 31-b. Distribution of every 10 meters location of horses at resting on paddock-T335 in August(Exp.12)

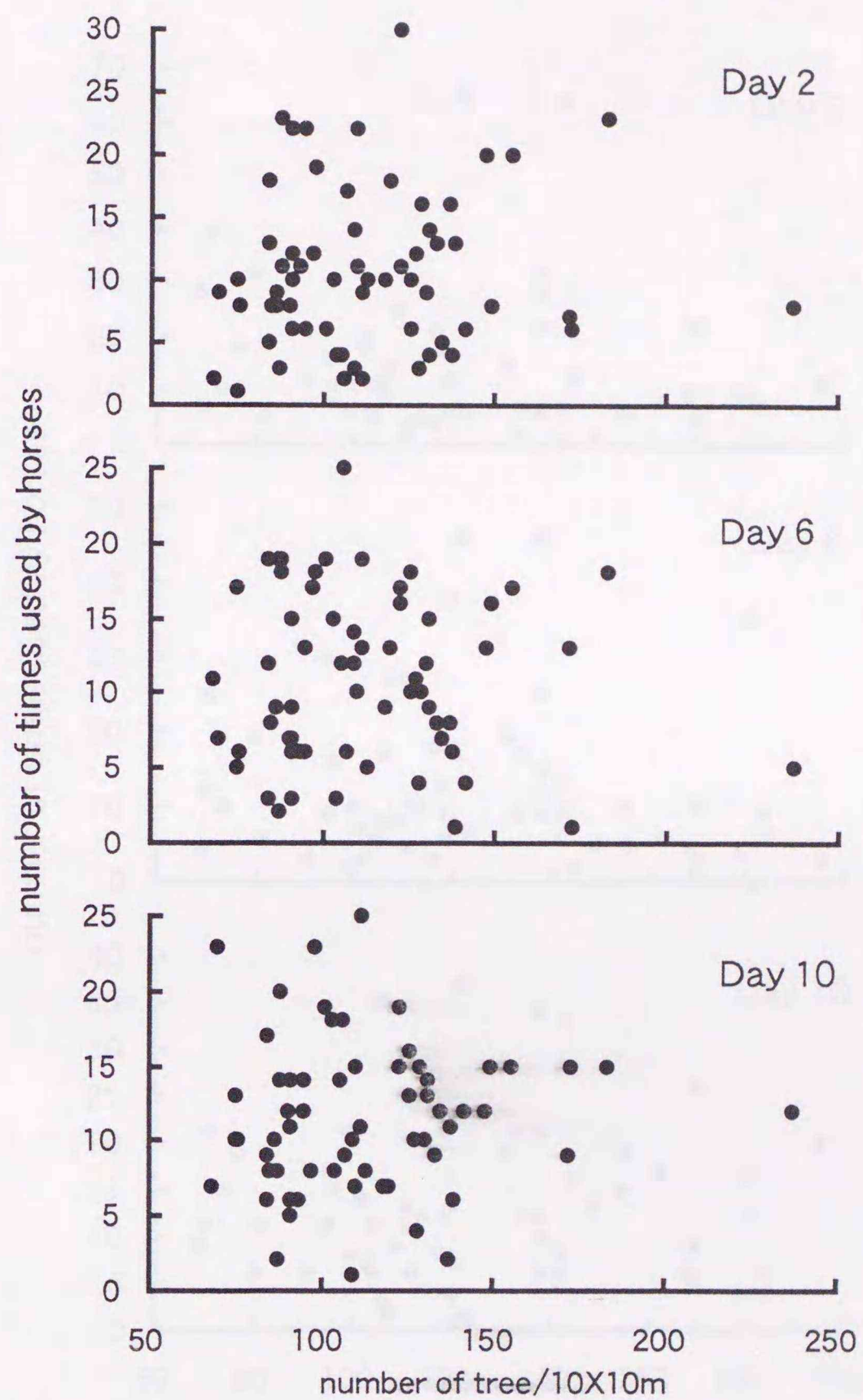


Figure 32-a. Relationship between density of tree and location of horses at grazing on paddock-T335 in June(Exp.12)

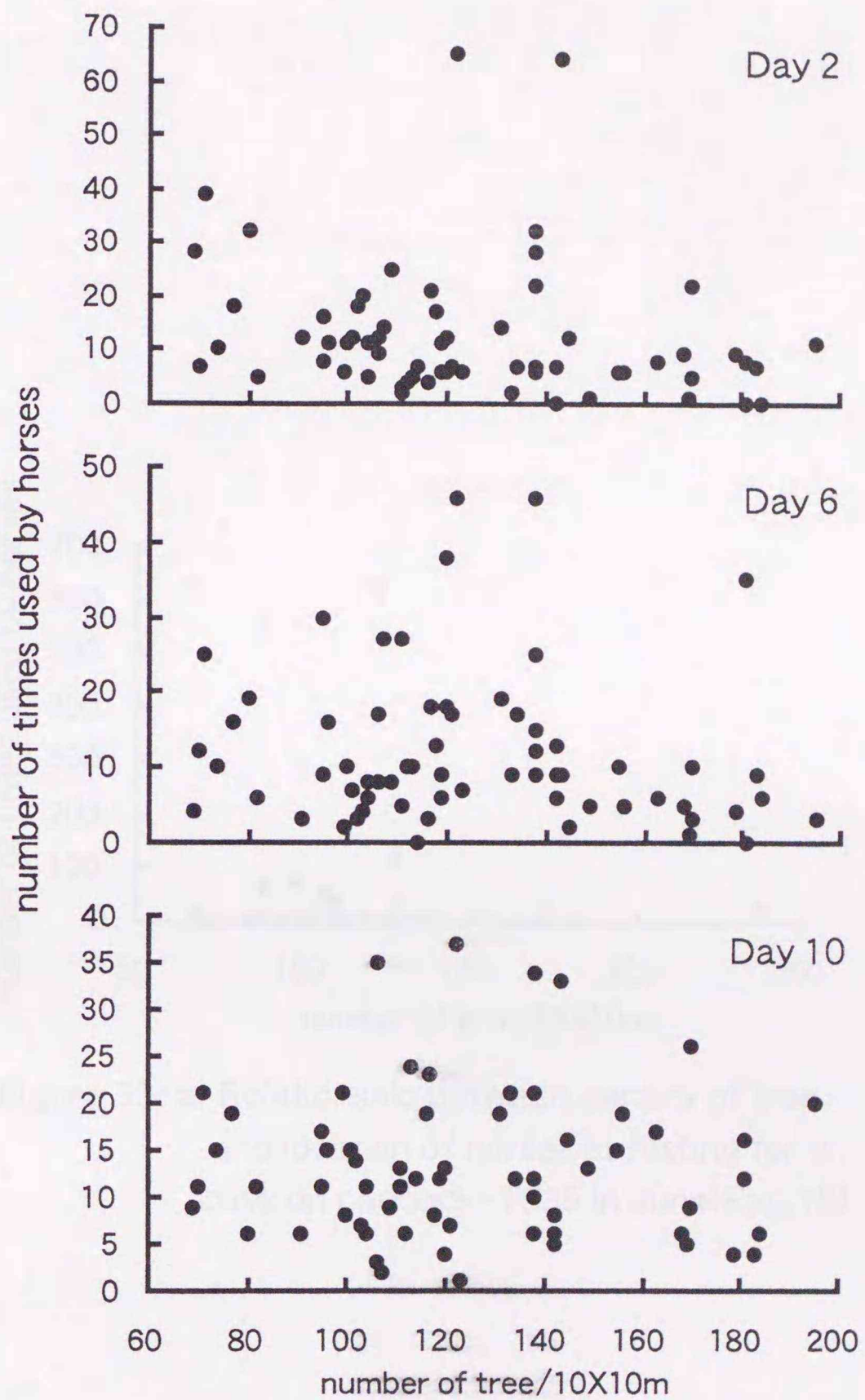


Figure 32-b. Relationship between density of tree and location of horses at grazing on paddock-T335 in August(Exp.12)

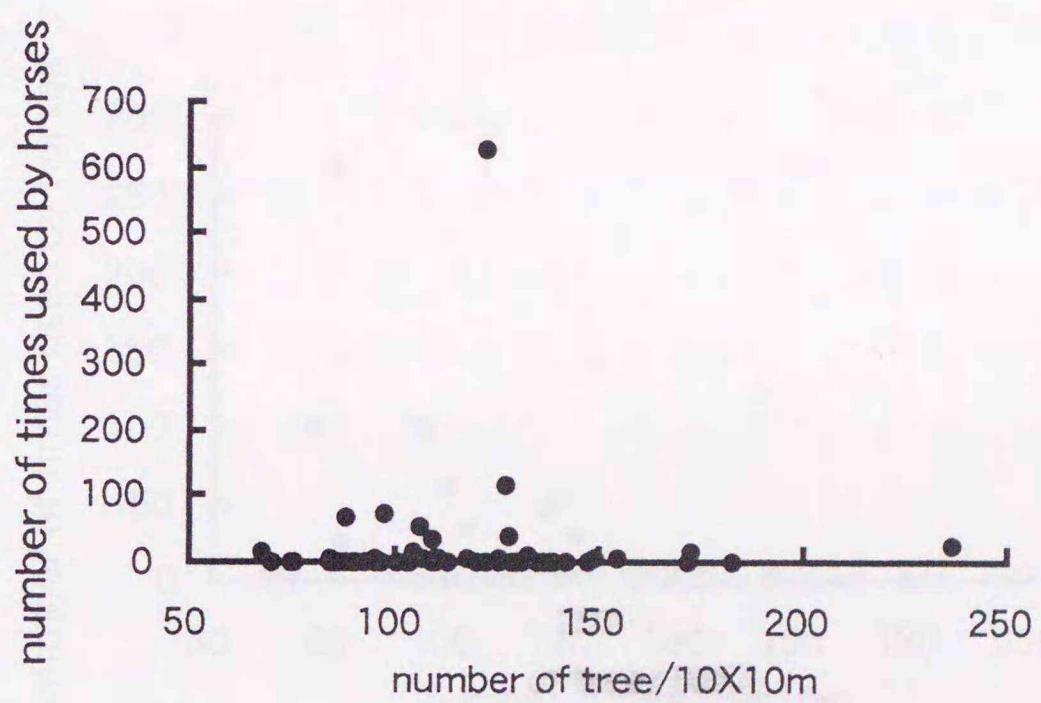


Figure 33-a. Relationship between density of tree and location of horses at resting for 3 days on paddock-T335 in June(Exp.12)

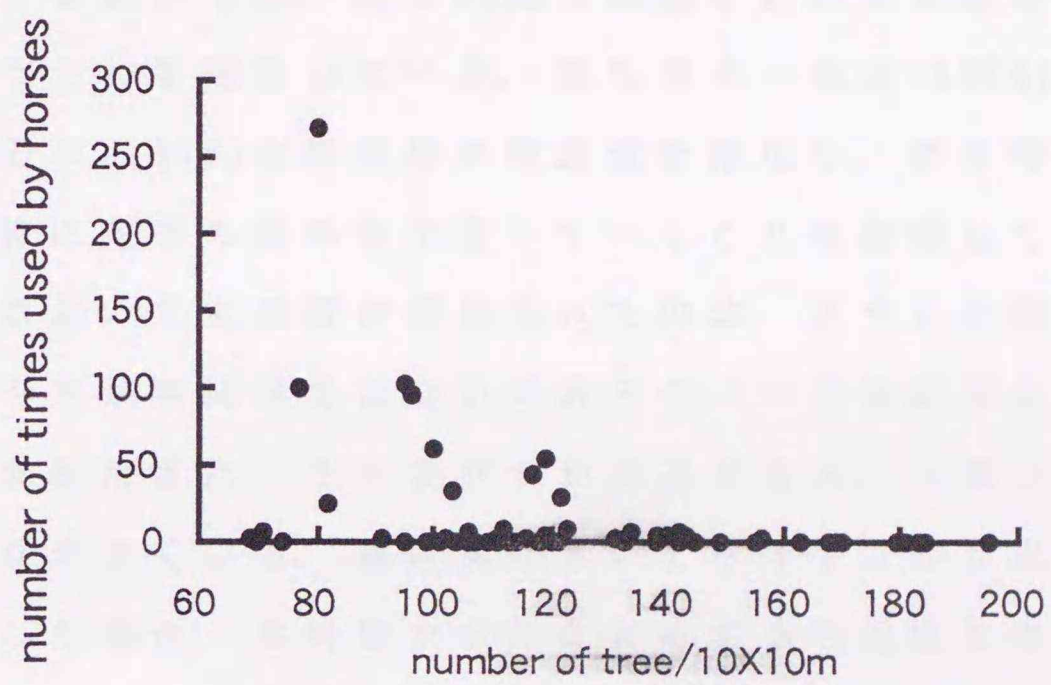


Figure 33-b. Relationship between density of tree and location of horses at resting for 3 days on paddock-T335 in August(Exp.12)

V - 2 - 4. 考察

① 利用場所と斜度との関係

傾斜地であるWP6において、放牧開始後2、6、10日目ともに平均斜度が大きくなるほど採食利用頻度は低下する傾向があり、38度以上の区画の利用頻度は極めて低かった。加世田(1980)は、御崎馬によって傾斜地に形成された馬道に関する調査を行い、最大51度の斜面においても馬道が認められたことを報告している。また黒木・池田(1974)および加世田ら(1986)は御崎馬の採食量を推定し、都井岬においては特に冬季の飼料が不足していることを指摘している。急斜面においても馬道が認められたのは、こうした飼料の現存量不足が無関係ではないであろう。一方急斜面においても採食利用され、ミヤコザサが衰退すると、土壌の流亡が起こりやすくなる。緩斜面においてもミヤコザサ現存量が減少した場合、急斜面をも採食利用する可能性も考えられる。したがって、こうした急斜面を含んだ林間放牧地において北海道和種馬を放牧する場合、緩斜面におけるミヤコザサ現存量を中心にして、北海道和種馬の採食量と利用場所を考慮した放牧日数および頭数を設定する必要がある。

平均斜度が小さい区画ほど、採食利用頻度のばらつきが大きい傾向にあったが、休息利用した場所は、牧区内で比較的斜度の小さい区画であった。Miller(1983a)はFeral horseの利用場所について、冬季には尾根付近の斜面の利

用頻度が高くなると報告している。これを風雪からの避蔭行動と考察しているが、立木が存在する林間放牧地においては冬季においても風速が小さく、地形を利用して避蔭する必要がないと考えられる。

以上より、放牧地内の斜度は、北海道和種馬の採食および休息利用の両方に影響し、38度以上の場所を利用せず、比較的傾斜の小さい場所を利用する割合が多いことが示唆された。一方、斜度の小さい場所においては採食利用頻度に大きなばらつきがあり、斜度以外の要因も北海道和種馬の採食利用場所に影響している可能性が示唆された。

② 利用場所と牧区形状との関係

牧草放牧地における牧区辺縁部の利用頻度が高い傾向にあることは、主に比較的狭い牧区に時間制限放牧する乳牛を用いて報告されている(Hirata et al., 1990; MacDiarmid and Watkin, 1972)。馬においては、サラブレッドを時間制限放牧した場合、2ha以下の牧草放牧地では放牧地全体を利用する傾向にあるが(楠瀬ら, 1985)、このような面積であっても正方形牧区の方が長方形牧区よりも均一に利用すること報告されている(楠瀬ら, 1987)。

本試験において、長方形牧区であるT414では試験期間を通して牧区辺縁部の採食および休息利用頻度が高かった。一方正方形牧区であるT117においては、休息利用頻度の高かった場所は牧区辺縁部であったが、採食利用については

長方形牧区で低かった牧区中央付近の利用頻度も高いものであった。したがって、林間放牧地に終日放牧した北海道和種馬の利用場所についても、1～2.3ha程度の平坦な牧区に5～11頭、10日間程度の放牧方法であれば、正方形牧区の方が長方形牧区よりも均一に採食利用することが明らかとなった。

③ 利用場所と立木密度との関係

T414、T335の6月および8月に試験を行った各放牧地間で立木密度に違いがあったが、どの試験放牧地においても立木密度と採食利用場所との間に一定の傾向はみられなかった。また、T414およびT335の8月に試験を行った両試験放牧地では、休息利用頻度の高い区画は比較的立木密度の低い場所であった。このように本試験では立木密度と採食利用場所との関係には一定の傾向はみられず、本試験のような立木密度が20～240本/10a程度の本試験のような林間放牧地においては、立木が採食行動に対して物理的障害となることはないものと考えられた。

休息利用については、比較的立木密度の低い場所を選択している傾向がうかがわれた。しかしT335の6月に試験を行った放牧地においては、もっとも休息利用頻度の高かった区画の立木密度が放牧地内の平均値よりも高く、やはり休息場所の選択においてもこの程度の立木密度は一定の影響を及ぼすものではないことが示された。

④ 利用場所とゲートの位置との関係

長方形牧区であったWP6、T414およびT335の8月に試験を行った放牧地では、それぞれの放牧地面積や地形、植生、季節が異なっていたが、採食利用場所はどの放牧地においても放牧後日数の経過に伴って、ゲートに近い場所から徐々に遠い場所に移行していく傾向があった。またどの放牧地においても休息利用場所は試験期間を通してほぼ定まっており、ゲート付近の牧区辺縁部であった。

本試験は採食量測定試験と同時に行ったため、試験期間中、毎日朝夕2回、酸化クロム含有ペレットを給与する管理者がゲートを通して放牧地に入出入りしていた。試験牧区内のゲートは1カ所だけであり、こうした形の補助試料の給与が、採食および休息利用場所に影響した可能性が考えられる。また、北海道和種馬は放牧地に入った場所を記憶し、このことが利用場所に反映されているのかもしれない。

一方試験11に用いた10.5および48.1haの林間放牧地においては、本試験同様酸化クロムを給与していたが、北海道和種馬の利用場所がゲートに影響されることはなかった。よって、ゲートの位置と北海道和種馬の利用場所との関係は、放牧地面積によって異なるものと考えられる。

以上より、放牧地の面積や地形、放牧頭数、林床植生の違いに関係なく、1～4ha程度で短辺と長辺との比が1:4の長方形牧区においては、林間放牧地における北海道和種馬の利用場所に管理者の出入りするゲートの位置が関係して

いることが示唆された。すなわち放牧開始直後にはゲート付近を採食利用し、その後日数が経過するにしたがってゲートから離れた場所も採食利用するようになることが示された。また、比較的ゲートに近い牧区辺縁部を、放牧期間を通して休息場所として利用することが明らかとなった。

⑤ 利用場所と放牧地の植生との関係

ササ類のほとんど存在しないT335においては、放牧開始後日数の経過に伴い、各区画毎の採食利用回数の分布がランダムでなくなる傾向があった。一方6月および8月に試験を行った両試験間で、25m列毎の利用頻度の放牧開始後日数の経過に伴う変化の仕方は異なっていた。

6月と8月とでは採食する林床植物の化学成分含量や栄養価がことになっており、それら採食植物種の放牧地内分布は異なると考えられる。自然草地におけるFeral horseの利用場所には、採食する植物種が関係しており (Salter and Hudson, 1979)、さらにその利用場所は季節によって異なることが報告されている (Putman et al., 1987)。T335の放牧地においてはササ類がほとんど存在せず、林床植物植生は非常に多様であった。こうした植生と利用場所との関係については今後さらに検討する必要があるが、我が国の林間放牧地においては採食植物がパッチ状に存在するFeral horseの棲息地とは状況が異なることを考慮して検討しなければならないであろう。

V - 3. 小括

1. 放牧地面積および地形、形状、積雪量などが異なる林間放牧地においては、北海道和種馬の採食および休息利用の仕方やその間の移動が異なっていた。

2. 傾斜地である林間放牧地において、北海道和種馬の採食利用場所には放牧地内の斜度が関係しており、38度以上の場所は利用しなかった。また比較的斜度の小さい場所の利用頻度が高い傾向にあったが、利用頻度には大きなばらつきがあった。休息利用場所は、比較的斜度の小さい場所であった。

3. 1～2.3ha程度の平坦な林間放牧地には5～11頭、10日間程度の放牧方法であれば、正方形牧区の方が長方形牧区よりも均一に採食利用することが明らかとなった。

4. 20～240本/10a程度の林間放牧地においては、立木が採食行動に対して物理的障害となることはないものと考えられた。休息利用は、比較的立木密度の小さい場所で行われる傾向にあった。

5. 放牧地の面積や地形、放牧頭数、林床植生の違いにかかわらず、1～4ha程度で短辺と長辺との比が1:4の長方形

牧区においては、放牧開始直後にはゲート付近、その後日数が経過するにしたがってゲートから離れた場所も採食利用するようになった。休息利用は、放牧期間を通してゲート付近で頻繁に行われた。

6. 以上より、林間放牧地における北海道和種馬の採食場所には、牧区内の地形および形状と飼料となる林床植物の現存量が関係しており、また比較的小面積の牧区においては管理者の出入りするゲートの位置が大きな要因としてあげられた。また、北海道和種馬による休息利用場所の選択は放牧地の面積によって異なり、大面積で斜度の比較的小さい林間放牧地においては定まっていなかった。一方大面積で斜度の大きな林間放牧地および小面積の林間放牧地においては休息場所がほぼ定まっており、ゲート付近で比較的平坦であり、かつ立木密度の小さい場所を選択する傾向があった。

第VI章 総合考察

ササ類を利用した林間放牧は、森林管理上の障害としてしかとらえられてこなかったササ類を森林下草資源としてとらえた有効な森林利用形態であるが、一般の生産体系としては定着しなかった。これは、林間放牧に関する研究が主にササ類や樹木に対する影響といった植物生態学的研究についてのみに重点をおいたものであり、家畜の採食量や消化率、ササ類の栄養価といった栄養学的研究が特に欠如していたためと考えられる。

馬の採食量や消化率に関する研究は、これまで Tie stall や代謝檻などを用いて行われてきており、舎飼時のものである。一般に馬の採食量は反芻家畜よりも多く、舎飼時には体重当たりで2.5%を越えることはないとされている (Gudmundsson and Dyrmondsson, 1994)。また馬の消化率は反芻家畜より低いことが報告されており (Hintz, 1969)、反芻胃を持たず、発酵槽である盲腸が消化管下部に存在し、さらに飼料の消化管内滞留時間が反芻家畜に比べて短いことがその主な理由であろう (Van Soest, 1982)。しかし同じ単胃動物と比較すると、家兎や豚よりも繊維の消化率が高く (Schurg et al., 1977; Uden and Van Soest, 1982)、粗飼料の消化能力は単胃動物の中では高いと評価できる。

一方、放牧地における馬の採食量や消化率についてはほ

とんど報告がなく、林間放牧地におけるペルシュロンおよびアングロノルマン系雑種馬のミヤコザサ採食量（大原，1948）と、シバ型自然草地における御崎馬の採食量（加世田ら，1983；黒木・池田，1974；黒木ら，1975）が報告されているのみである。本試験の結果をこれらの報告と比較すると、林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量は、重種馬の2.3%と同程度もしくは高い傾向があり、成雌馬において乾物で体重の2.2～2.5%、育成雌馬において2.4～2.7%であった。また草本・樹葉の乾物採食量も御崎馬の1.7～2.5%に比べて高い傾向があり、育成雌馬で体重の2.8～3.2%であった。さらに、ドライロットにおける乾草給与時の乾物採食量は成雌馬で体重の2.9%、育成雌馬で2.6%と、どちらも舎飼時の馬の採食量の上限とされている2.5%を上回っていた。

北海道和種馬のミヤコザサ、生牧草、乾牧草の乾物採食量は、成雌馬でそれぞれ体重の2.5、3.6、2.9%、育成雌馬でそれぞれ2.7、4.2、2.6%と飼料間で異なっていた。反芻家畜では、反芻胃からの飼料片の消失が採食量を制限する要因であり、繊維成分含量が多く、質の悪い飼料ほど反芻胃内滞留時間が長くなり、採食量が低下することが知られている（Ulyatt et al., 1984）。一方馬では繊維成分の発酵槽である盲腸が消化間下部に存在するため、採食量に対する消化管内滞留時間の影響はごくわずかであり、Lechner-Doll et al. (1995)は採食可能時間もしくは最大

採食可能速度が馬の採食量制限要因であることを示唆している。本試験において、どの飼料についても採食時間は一般的な終日放牧馬の採食時間の範囲であり、ミヤコザサ、生牧草、乾牧草の採食量が異なったのは飼料の形態や質といった物理的要因による採食可能速度の違いによるものと考えられる。Haenlein et al.(1966)やDarlington and Hershberger(1968)は、飼料の消化率の低下に伴う採食量の減少は、めん羊よりも小格馬の方が小さいことを報告している。よって、馬は反芻家畜よりも低い消化能力を採食量で補っており、こうした馬の採食戦略は、牧草放牧地に比べて質の低い自然草地や林間放牧地での飼養に適していると考えられる。

林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量および消化率は、サラブレッド系雑種馬と比較して高い傾向があり、特にNDFおよびADFといった繊維成分の消化能力が優れていると考えられた。林間放牧地における重種馬のミヤコザサの消化率は、大原(1948)がCP、EE、CFでそれぞれ75.6、48.5、48.4と報告している。本試験における北海道和種馬のミヤコザサ消化率は、これらの値に比べて若干低い傾向にあったが、DCP含量は同程度であった。御崎馬の草本・樹葉の消化率についても、加世田ら(1986)はCP、EE、CFでそれぞれ49~73、14~39、45~52%、TDN含量を54~58% DMと報告しており、本試験における草本・樹葉の消化率はこれらの値と同程度もしくは高い傾向にあった。

一方、舎飼している軽種馬に乾草を給与した場合の消化率については、多くの報告がなされている。この中で本試験で用いたチモシー乾草についての報告では、DM、OM、CP、EE、CF、GE消化率がそれぞれ31～66、37～66、27～68、19～49、27～45、31～57%の範囲である。しかし、それぞれの報告で乾草の化学成分およびエネルギー含量の差が大きく、品質は大きく異なっている。本試験で用いたチモシー乾草は、日本標準飼料成分表(1995)と比較してCPおよびEE含量が低く、NDFおよびADF含量が高い傾向にあり、低品質のものであった。そこで、本試験に用いたものと化学成分含量が同程度であり、ほぼ同品質の乾草を給与したと考えられるFonnesbeck et al.(1967)、Maeta et al.(1992)、Vander Noot and Gilbreath(1970)の報告と比較した。これらの報告では、軽種馬による乾草のDM、OM、CP、GE消化率がそれぞれ42～50、49～50、27～54、40～46%の範囲であり、本試験の北海道和種馬における49、50、51、47%という値はこの範囲内でも高い傾向があった。またNDFおよびADF消化率は43～45、39～42%と報告されているが、本試験においては49および47%と、軽種馬を用いて測定した消化率よりも高い傾向があった。

これらのことから、北海道和種馬の粗飼料消化能力はサラブレッドなどの軽種馬に比べて高いものと考えられる。また採食量が多く、冬季林間放牧においても体重を維持し得ることからも、自然草地に適した採食戦略を行う馬の中

でも北海道和種馬はミヤコザサを飼料とした林間放牧に適した形質を持ち合わせていると考えられる。

林間放牧地におけるミヤコザサからのDE摂取量は、成雌馬でNEC(1989)維持要求量の103~172%、育成雌馬で122~130%で体重が維持もしくはわずかに増加していた。NRC(1989)では馬のエネルギー要求量を軽役時で維持要求量の1.25倍、中役時で1.5倍、重役時で2倍としている。DCP摂取量との関連については今後検討の余地はあるが、本試験における放牧地での5~10km/日の移動に伴う運動のためのDE要求量は、NRC(1989)の軽役~中役時の要求量に相当すると考えられる。

ドライロットにおける乾草給与時のDE摂取量は、成雌馬でNRC(1989)の維持要求量の168%、育成雌馬で157%であり、どちらも中役時の要求量を上回っていたが、体重の増加はわずかであった。日本飼養標準・乳牛(1994)および肉用牛(1995)では、寒冷時には維持のエネルギー要求量の10~20%もしくは10~30%増給する必要があるとしている。本試験の乾草給与時は北海道の厳寒期にあたり、乳牛や肉牛と同様、馬においても寒冷時の要求量は増加すると考えられた。

一方NRC(1989)では、13~14カ月齢の育成馬の増体1kgに必要なエネルギーを16~17Mcal/日としており、これは200kgの馬の維持要求量の2.2~2.3倍に相当する。本試験の牧草放牧地における育成雌馬のDE摂取量は、NRC(1989)維持

要求量の3.6倍に相当し、約0.7kg/日の増体量であった。放牧地における運動がNRC(1989)の中役時に相当するとすれば、北海道和種育成雌馬の0.7kg/日程度の増体に必要なエネルギーは維持要求量の2倍以上と試算できる。

これらのことから、林間放牧地における北海道和種馬の維持のエネルギー要求量は、NRC(1989)の維持要求量の1.25~1.5倍程度であり、寒冷時にはさらに増加することが示された。さらに育成雌馬が0.7kg/日程度増体するためには、NRC(1989)の維持要求量の3倍程度のエネルギー摂取が必要であることが示唆された。

ミヤコザサの化学成分含量、特にCP含量は季節による変化が小さく、冬季においても夏季と同程度であった。また、北海道和種馬のミヤコザサ消化率および栄養価は夏季と冬季で差がなかったが、林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量や採食行動は、冬季において積雪量により影響されることが明かとなった。一方放牧利用する季節によってミヤコザサ植生に対する影響は異なっており、冬季放牧、特に積雪期の放牧によりミヤコザサ植生を維持しつつ利用できる可能性が示唆された。

ミヤコザサに代表される常緑のササ類は、わが国においては一般的に飼料となる植物が枯死してしまう冬季において、非常に有用な家畜の飼料となり得る。また、ササ類の植生維持といった観点からも、冬季放牧がササ類の特徴を十分に活かした、最適な放牧方法であると考えられた。逆

にササ類を管理上の障害としてとらえる木材生産の場としての森林において、ササ類を抑制除去するためには夏季の放牧が有効であり、こうした下草刈りに北海道和種馬を利用することも、人間の営みの中に北海道和種馬を取り入れる一つの方法であると考えられる。

北海道におけるミヤコザサの分布面積は161万ha、現存生重量は1,543万tであり、クマイザサを含めると330万ha、5,744万tという大量のササ資源が存在している（松井, 1963）が、これらササ類はこれまでほとんど利用されていない。本学附属牧場の林間放牧地面積は327ha、ミヤコザサ葉部の現存量を第II章の46.6gDM/m²として算出すると、牧場内のミヤコザサ葉部総乾物重量は152.4tとなる。体重350kgの北海道和種馬の乾物採食量を体重の2.5%とすると、牧養力は約17,400 horse·dayとなり、60頭の北海道和種馬群を約9カ月間飼養できる。一方試験12で用いた傾斜地である林間放牧地において平均斜度が38度以上の区画、およびその他の要因により放牧期間中3回の観察を通して全く採食利用されなかった区画は、全体の24.2%であった。そこで北海道和種馬による採食利用面積の割合を75.8%、またミヤコザサ植生を維持するための葉部の利用率をクマイザサの場合と同様の70%とすると（平吉ら, 1968）、牧養力は約9,200 horse·dayとなり、60頭を約5カ月間飼養できる試算となる。

本学附属牧場においては、これまで毎年11月から翌年の

1月までの約3カ月間、北海道和種馬を林間放牧してきており、採食量や放牧地の利用状況から試算した5カ月間よりも短い期間である。また、平吉ら(1969)は5~7カ月間の放牧期間でクマイザサ植生を維持しつつ肉用牛の放牧利用を行うには、1頭あたり5haの面積が必要としており、本学附属牧場の327haに60頭の放牧はこの値と同程度である。しかし、実際には林間放牧地内のミヤコザサは矮小化し、現存量は減少している。このようなことから、面積が大きい林間放牧地においては北海道和種馬の採食利用場所がさらに不均一となっており、またこれらササ類を維持するための利用率は平吉ら(1968)の示した値より低いとも考えられる。したがって、ミヤコザサを林床植物とする林間放牧地の実際の牧養力は、ここで試算した値の50~60%程度になる可能性がある。

さらに家畜の踏みつけによる林内の幼稚樹への被害が、特に肉用牛を林間放牧した報告で指摘されており(神長・柴田, 1966; 松本ら, 1986)、北海道和種馬の林間放牧においても検討する必要がある。また積雪量は北海道和種馬の採食量や採食行動、立木への樹皮はぎ行動に対して非常に大きな影響があることも明らかとなった。Salter and Hudson(1979)は、積雪量が10cmと40cmの場合にFeral horseの採食行動が異なることを示し、特に積雪量が20cm以上になると前肢で雪をかいて採食する行動が現れると報告している。よって、放牧家畜および林床植物植生、樹木

を含んだ森林生態系に対する影響といった観点から積雪量についても今後さらに検討し、適正な放牧方法を考える必要がある。

これらのことを考慮して北海道内に存在するミヤコザサおよびクマイザサの牧養力を試算した場合でも、ミヤコザサのみで約60万頭、クマイザサをあわせると約160万頭もの北海道和種馬を1年間飼養できる資源量となる。これら大量に存在するササ類はこれまでほとんど利用されてこなかったが、森林の多面的利用の一形態として、今後の家畜生産に積極的に利用すべきと考えられる。特に繊維成分の消化能力が高い特徴を持つ北海道和種馬を林間放牧することにより、林内の植生を維持した森林生態系との調和型家畜生産を行い、ササ資源を有効に利用することができるであろう。

摘要

本研究では、ミヤコザサを利用した北海道和種馬の林間放牧に関する基礎的知見を得るため、林間放牧地における北海道和種馬の採食量および消化率、林床植物であるミヤコザサの栄養価および放牧利用による植生変化、林間放牧地における北海道和種馬の利用場所について検討した。

1. 第I章では、今後の家畜生産には生態系とその保全といった観点を考慮に入れる必要があること、森林の多面的利用といった観点から林床植物であるササ類を北海道和種馬の飼料として利用した林間放牧の意義が高いこと、また特に林間放牧地の永続的利用といった観点からの検討が必要であることなどを論議した。しかし、林間放牧地における北海道和種馬および林床植物植生の管理方法は確立していない。これは放牧家畜の採食量や消化率、林床植物の栄養価といった栄養学的知見が充分ではなく、さらに林床植物植生の変化といった植物生態学的知見と、林間放牧地における家畜の利用場所といった行動学的知見との関連が特に馬について明確ではない部分が多いためであり、これらの分野についての研究の必要性を指摘した。

2. 第II章では、ミヤコザサの葉部および地上部乾物重量と化学成分含量の季節変化について検討した。試験1-1で

は当年生ミヤコザサ地上部の成長は9月でほぼ完了し、積雪期間中の葉部および地上部重量はほぼ一定であること、さらに越冬後の地上部重量は10月まで緩やかに減少し、積雪期間中は一定で推移するが、翌年5月には消失することを示した。またミヤコザサ葉部の化学成分含量は季節による変動が小さく、特に当年生ミヤコザサ葉部のCP含量は、葉部が出現する6月を除き、一年を通してほぼ一定であることを明らかにした。試験1-2では、クマイザサ葉部の化学成分含量およびその季節変化がミヤコザサとほぼ同様であることを示した。試験1-3では、草本および広葉樹の樹葉のCP含量はミヤコザサよりも高く、NDF含量は低い傾向にあったが、種による変動が大きく、また季節によっても変動することを示した。

3. 第III章では、林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ採食量および消化率と栄養価について検討した。試験2ではサラブレッド系雑種馬と比較し、林間放牧地における北海道和種馬の採食量および消化率がサラブレッド系雑種馬より高い傾向にあることを示した。試験3および4では林間放牧地における北海道和種馬のミヤコザサ乾物採食量は、成雌馬で最大体重の2.5%、育成雌馬で2.7%であったが、ミヤコザサの現存量や放牧地内の地形、冬季には積雪量の影響を受け、減少する可能性があることを示唆した。またミヤコザサの栄養価は季節による変動が小さく、夏季

と冬季で同程度であり、ミヤコザサが冬季林間放牧における有用な飼料となり得ることを示した。試験5および6では、ミヤコザサのDCP、TDN、DE含量はそれぞれ平均9.5および37.0%DM、1.78Mcal/kgDMであり、特にDCP含量が高く、栄養価はイネ科生牧草および乾牧草の中間程度であることを示した。試験7ではクマイザサの栄養価がミヤコザサと同程度であることを示した。試験8では、草本および広葉樹の樹葉の栄養価はミヤコザサと同程度もしくは高い傾向にあるが、季節や林床植物植生によって変化することを示した。

4. 第IV章では、北海道和種馬の放牧利用によるミヤコザサ植生の変化について検討した。試験9では、3年連続の夏季放牧利用により、ミヤコザサは矮小化・衰退し、その影響は1年目から現れることを示した。一方1年のみの冬季放牧利用によっては現存量や草丈は変化せず、ミヤコザサ植生維持にとっては夏季放牧よりも冬季、特に積雪期の放牧利用が適していることを示唆した。試験10では、積雪期に放牧利用している北海道和種馬林間放牧地において、ミヤコザサ植生の矮小化や現存量減少の度合いが場所によって異なり、休牧による回復度合いや回復の仕方にも差があることを示した。

5. 第V章では、林間放牧地における北海道和種馬の利用

場所とそれに影響を及ぼす要因について検討した。試験11では、放牧地面積および地形、形状、積雪量などが異なる林間放牧地において、北海道和種馬の採食および休息利用の仕方やその間の移動が異なること、特に斜度の比較的小さい放牧地においては休息場所が定まっていなかったが、斜度の大きな放牧地においては休息場所がほぼ定まっていることを示した。試験12では、採食場所には牧区内の地形および形状が関係しており、傾斜度が38度以上の場所を利用しないこと、小面積では放牧地の形状が正方形の方が長方形よりも均一に採食利用することを示した。また立木密度が20～240本/10a程度の林間放牧地においては立木が採食行動に対して物理的障害となることはないこと、比較的小面積の放牧地においては管理者の出入りするゲートの位置がこれら採食場所に強く影響することを明らかにした。さらに休息利用場所については、1～4haの放牧地の場合、ゲート付近で比較的平坦であり、かつ立木密度の小さい場所を選択する傾向があることを示した。

6. 第VI章では、放牧地における北海道和種馬の採食量および消化率、また草食動物としての馬の採食・消化の特徴から、ミヤコザサの利用性について論議した。馬は反芻家畜に比べての消化率の低さを採食量で補っており、飼料の質が低下しても採食量が減少する割合は反芻家畜よりも小さい。したがって、こうした馬の採食戦略は、一般に牧草

放牧地よりも飼料の質が低い自然草地や林間放牧地に適しているものと考えられる。馬のなかでも北海道和種馬は、サラブレッドなどの軽種馬と比べて特に繊維成分の消化能力が高く、ミヤコザサを飼料とする林間放牧に適した資質を持ち合わせていると考えられる。

放牧地における馬の採食量は、舎飼時よりも多いものである。放牧地内の移動に伴う運動のためのエネルギー要求量は、NRC(1989)の軽役～中役時の要求量に相当し、寒冷時にはさらに増加すること、また育成馬が0.7kg/日程度の増体に必要とするエネルギーは維持要求量の2倍以上であった。したがって、林間放牧地における北海道和種馬のエネルギー要求量は、NRC(1989)の維持要求量の1.25～1.5倍程度、寒冷時にはそれ以上であることが示唆された。また育成雌馬が0.7kg/日程度増体するには、NRC(1989)の維持要求量の3倍程度のエネルギー摂取が必要であることが示された。

ミヤコザサの栄養価は季節による変動が小さく、冬季においても夏季と同程度である。また冬季放牧、特に積雪期の放牧により、ミヤコザサ植生を維持しつつ利用できる可能性がある。これら北海道内に存在するミヤコザサおよびクマイザサの牧養力を試算すると、ミヤコザサのみで約60万頭、クマイザサをあわせると約160万頭の北海道和種馬を1年間飼養できる資源量となる。

以上から、特に繊維成分の消化能力が高い特徴を持つ北

海道和種馬を林間放牧することにより、大量に存在するササ資源を有効に、かつ永続的に利用した環境調和型家畜生産の可能性を提議した。

参考文献

- 県 和一・鎌田悦男, 数種在来イネ科野草の生態特性と乾物生産.
I. ミヤコザサ群落の生育環. 日草誌, 25:103-109.
1979.
- 県 和一・窪田文武・鎌田悦男, 数種在来イネ科野草の生態特性と
乾物生産. III. ミヤコザサの冬芽ならびに新地下茎の形成
に及ぼす日長の影響. 日草誌, 25:117-120. 1979.
- Aiken, G.E., G.D.Potter, B.E.Conrad and J.W.Evans, Voluntary
intake and digestion of Coastal Bermuda grass hay by
yearling and mature horses. Equine Vet.Sci.,
9:262-264. 1989.
- 秋山 侃・大久保忠旦・高橋繁男, 放牧草地のエネルギー効率.
第3報. ミヤコザサ群落の物質生産. 日草誌, 23:43-51.
1977a.
- 秋山 侃・大久保忠旦・高橋繁男, 放牧草地のエネルギー効率.
第4報. ミヤコザサにおける窒素と熱量の動態. 日草誌,
23:52-59. 1977b.
- 安藤辰夫・奥西利巳, 植物遺体の分解と微小真菌群. I. ススキと
クマイザサの遺体の分解とそれにならう微小真菌群の変
化. 岐阜大農研報, 36:405-418. 1974.
- A.O.A.C., Official methods of analysis, 13th ed.,
Association of official agricultural chemists.
Washington, D.C., 1980.
- 馬場強逸・毛利勝四郎・柴田弥生, 造成地放牧における放牧圧とト
ドマツ造林木の生育. 日林論, 90:153-154. 1979.
- 馬場強逸・柴田弥生・高畑 滋, モデル混牧林における木と草の生
産量. 北方林業, 38:174-177. 1986.
- 馬場強逸・高畑 滋・柴田弥生・中田 功・毛利勝四郎・横山長蔵,
トドマツ人工林の成立に及ぼす乳用育成牛放牧の影響.
林試研報, 354:99-130. 1989.

- Barth, K.M., J.W. Williams and D.G. Brown, Digestible energy requirements of working and non-working ponies. *J. Anim. Sci.*, 44:585-589. 1977.
- Bjarnason, V. and O. Gudmundsson, Effect of some environmental factors and stocking density on the performance of sheep, cattle and horses grazing drained bog pastures. In *Grazing at Northern Latitudes*, NATO, ASI Series. O. Gudmundsson ed., 129-140. Plenum Press. New York and London. 1986.
- Carson, K. and D.G. Wood-Gush, Equine behaviour : 2. A review of the literature on feeding, eliminative and resting behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 10:179-190. 1983.
- Cymbaluk, N.F., Comparison of forage digestion by cattle and horses. *Can. J. Anim. Sci.*, 70:601-610. 1990.
- Cymbaluk, N.F., G.I. Christison and D.H. Leach, Energy uptake and utilization by limit- and ad libitum-fed growing horses. *J. Anim. Sci.*, 67:403-413. 1989a.
- Cymbaluk, N.F., G.I. Christison and D.H. Leach, Nutrient utilization by limit- and ad libitum-fed growing horses. *J. Anim. Sci.*, 67:414-425. 1989b.
- Darlington, J.M. and T.V. Hershberger, Effect of forage maturity on digestibility, intake and nutritive value of alfalfa, timothy and orchardgrass by equine. *J. Anim. Sci.*, 27:1572-1576. 1968.
- Duncan, P., Time-budgets of Camargue Horses. II. Time-budgets of adult horses and weaned sub-adults. *Behaviour*, 72:26-49. 1980.
- Duncan, P., Determinants of the use of habitat by horses in a Mediterranean wetland. *J. Anim. Ecol.*, 52:93-111. 1983.
- Fonnesbeck, P.V., Digestion of soluble and fibrous carbohydrate of forage by horses. *J. Anim. Sci.*, 27: 1336-1344. 1968.

Ganskopp, D. and M. Vavra, Habitat use by feral horses in the Northern Sagebrush Steppe. J. Range Manage., 39:207-212. 1986.

Gudmundsson, O. and O. R. Dyrmondsson, Horse grazing under cold and wet conditions : a review. Livest. Prod. Sci., 40:57-63. 1994.

Gudmundsson, O. and S. Helgadóttir, Mixed grazing on lowland bogs in Iceland. In Proceedings of a Workshop on Mixed Grazing. T. Nolan and J. Connolly ed., 20-31. Galway. Iceland. 1980

八戸 芳夫, 北海道和種馬の保存問題. 日畜北海道支部会報, 24:19-26. 1982.

Haenlein, G. F., R. D. Holdren and Y. M. Yoon, Comparative response of horses and sheep to different physical forms of alfalfa hay. J. Anim. Sci., 25:740-743. 1966.

Hansen, R. M., Food of free-roaming horses in southern New Mexico. J. Range Manage., 29:347. 1976.

Hintz, H. F., Review article : Equine nutrition. Comparisons of digestion coefficients obtained with cattle, sheep, rabbits and horses. The Veterinarian, 6:45-51. 1969.

Hirata, M., Y. Sugimoto and M. Ueno, Return of Dung to Bahiagrass (*Paspalum notatum* FLUGGE) pasture by dairy cattle. J. Jpn. Grassl. Sci., 35:350-357. 1990.

平吉 功・岩田悦行・松村正幸・安藤辰夫, 混牧林地の生態学的研究 (第1報) 放牧がササの生育に及ぼす影響. 岐阜大農研報, 26:182-194. 1968.

平吉 功・松村正幸・岩田悦行, 混牧林地の生態学的研究 (第2報) 冬放牧林地におけるササについて. 日草誌, 15:42-51. 1969a.

平吉 功・岩田悦行・松村正幸，混牧林地の生態学的研究（第3報）
5カ月間の夏放牧に供用されたササ型草地の植生変化。
日草誌，15:155-162. 1969b.

北海道開発局，人工林地の畜産的利用計画．草地開発事業計画資料，
1-171. 1983.

北海道農務部，混牧林利用指針．1985.

本江昭夫，蹄耕法造成草地におけるミヤコザサの動態について。
帯畜大研報，15:265-270. 1988.

伊沢 健・菅原和夫・八嶋康広，チマキザサ (*Sasa palmata*) の放
牧利用．川渡農場報告，8:35-39. 1992.

石城謙吉，都市林とは何か．森はよみがえる－都市林創造の試み－
13-34. 講談社現代新書．東京．1994.

岩元守男，ササ草地の生態と取扱いに関する研究（Ⅳ）－ミヤコザ
サ草地の季節による飼料生産の様相－．日林論，
88:259-260. 1977.

岩元守男，ササ草地の生態と取扱いに関する研究（Ⅶ）－ミヤコザ
サ草地における放牧試験－．日林論，91:341-342. 1980.

岩田悦行・松村正幸，混牧林地の生態学的研究（第5報）放牧利用
されたササ型草地の休閑6年間における植生の回復状況。
富士竹類植物園報告，19:10-27. 1974.

神長每夫・横山長蔵・松崎清一，野幌国有林内自然草地における緬
羊の選択採食習性と採食率．林試北支年報，115-125.
1959.

神長每夫・横山長蔵・柴田弥生，育成乳牛の林野草類にたいする嗜
好性について．林試北支年報，136-143. 1965.

神長每夫・柴田弥生，広葉樹天然更新林にたいする放牧の影響。
北方林業，18:85-88. 1966.

加世田雄時朗，都井岬の御崎牧場の傾斜草地に形成された馬道の特
性．日畜会報，51:642-648. 1980.

加世田雄時朗・山口栄二・佐藤文子・浜田 要・是永詠二，クロモ
ーゲン報による御崎馬の乾物摂取量の推定．宮大農報，
30:105-110. 1983.

加世田雄時朗・沼口寛次・猪ノ坂正之，都井岬における御崎馬の牧
養力に関する基礎的研究．宮大農報，33:197-212. 1986.

Kawai, M., K. Juni, T. Yasue, K. Ogawa, H. Hata, S. Kondo, M. Okubo
and Y. Asahida, Intake, digestibility and nutritive
value of *Sasa nipponica* in Hokkaido native horses.
J. Equine Sci., 6:121-125. 1995.

河合正人・十二邦子・安江 健・小川貴代・近藤誠司・大久保正彦
・朝日田康司，北海道和種馬における Cr_2O_3 と酸不溶性
灰分 (A I A) の回収率および糞中濃度の経時変化。
北畜会報，38:72-76. 1996.

河合正人・近藤誠司・秦 寛・大久保正彦，冬季林間放牧地におけ
る北海道和種馬のミヤコザサ (*Sasa nipponica*) 採食量お
よび採食時間．北畜会報，39:21-24. 1997.

Kawai, M., T. Yasue, K. Ogawa, S. Kondo, M. Okubo and Y. Asahida,
The growth of Hokkaido native horses kept outdoors
all year round from birth to 100 months of age.
Res. Bull. Livest. Farm, Hokkaido Univ., 16:11-17. 1997.

川崎 勉・寒河江洋一郎，カラマツ人工林の肉牛放牧－混牧林にお
ける牛群行動および子牛の増体－．北草研会報，
20:103-107. 1986.

Kern, D. L., L. L. Slyter, E. C. Leffel, J. M. Weaver and R. R. Oltjen,
Ponies vs. steers : microbial and chemical
characteristics of intestinal ingesta. J. Anim. Sci.,
38:559-564. 1974.

Koller, B. L., H. F. Hintz, J. B. Robertson and P. J. Van Soest,
Comparative cellwall and dry matter digestion in the
cecum of the pony and the rumen of the cow using *in*
vitro and nylon bag techniques. J. Anim. Sci.,
47:209-215. 1978.

Kondo, S., T. Yasue, K. Ogawa, M. Okubo and Y. Asahida, Behavior aspects of Hokkaido native horses kept outdoors all year round. Proc. VII WCAP., 3:241-242. 1993.

Krysl, L.J., M.E. Hubbert, B.F. Sowell, G.E. Plumb, T.K. Jewett, M.A. Smith and J.W. Waggoner, Horses and cattle grazing in the Wyoming Red Desert, I. Food Habits and dietary overlap. J. Range Manage., 37:72-76. 1984.

黒木政雄・池田 一, 御崎馬に関する研究. 第2報. 採食行動について. 宮大農報, 21:315-322. 1974.

黒木政雄・池田 一・加世田雄時朗・星野光之, 御崎馬に関する研究. 第3報. 採食草・樹種の飼料成分と養分摂取量の推定. 宮大農報, 22:93-97. 1975.

楠瀬 良・畠山 弘・久保勝義・木口明信・朝井 洋・藤井良和・伊藤克己, 育成期の馬の至適放牧地条件. 1. 放牧地の面積がサラブレッド種育成馬の行動に及ぼす影響. 日競研報, 22:1-7. 1985.

楠瀬 良・畠山 弘・市川文己・沖 博憲・朝井 洋・伊藤克己, 育成期の馬の至適放牧地条件. 3. サラブレッド種育成馬の行動からみた放牧地形状の得失. 日競研報, 24:1-5. 1987.

Lechner-Doll, M., I.D. Hume and R.R. Hofmann, Comparison of herbivore forage selection and digestion. In Recent developments in the nutrition of herbivores. 231-248. Journet, M., E. Grenet, M.H. Farce, M. Theriez and C. Demarguilly ed., INRA Editions. Paris. 1995.

Laut, J.E., K.A. Houpt, H.F. Hintz and T.R. Houpt, The effects of caloric duration on meal pattern and food intake of ponies. Physiology & Behavior, 35:549-554. 1985.

MacDiarmid, B.N. and B.R. Watkin, The cattle dung patch. J. Br. Grassl. Sci., 27:43-54. 1972.

- Maeta, Y., S. Yoshida, A. Kamide and T. Ishiguri, Effect of cutting time on digestibility, intake and nutritive value of timothy (*Phleum pratense*) hay in horses. Jpn. J. Equine Sci., 3:137-142. 1992.
- Martin-Rosset, W. and J. P. Dulphy, Digestibility interactions between forages and concentrates in horses : influence of feeding level - comparison with sheep. Livest. Prod. Sci., 17:263-276. 1987.
- Martin-Rosset, W., M. Doreau, S. Boulot and N. Miraglia, Influence of level of feeding and physiological state on diet digestibility in light and heavy breed horses. Livest. Prod. Sci., 25:257-264. 1990.
- 松井善喜, 北海道におけるササ地の育林的取扱いとササ資源の利用について. 林試北支年報, 186-221. 1963.
- 松本久喜, 北海道和種馬. 在来馬. 62-84. 北方出版社. 札幌. 1948.
- 松本光朗・岩波悠紀・岡野誠一, 放牧が林木生長に与える影響 - 牧場内のスギの生長経過 -. 日林論, 97:185-186. 1986.
- 松村正幸・岩田悦行・中島仁蔵, 混牧林地の生態学的研究. IV. 放牧利用ササ型草地の利用程度および利用区域の推移に関する実地調査. 岐阜大農研報, 36:379-387. 1974a.
- 松村正幸・岩田悦行・西條好迪, 有用野草の播種増殖に関する基礎的研究. IV. 中部日本におけるネザサの種子繁殖に関する記録. 岐阜大農研報, 36:389-404. 1974b.
- Mayes, E and P. Duncan, Temporal patterns of feeding behaviour in free-ranging horses. behaviour, 77:105-129. 1985.
- McCort, W. D., Behavior of feral horses and ponies. J. Anim. Sci., 58:493-499. 1984.
- McInnis, M. L. and M. Vavra, Dietary relationships among feral horses, cattle, and pronghorn in Southeastern Oregon. J. Range Manage., 40:60-66. 1987.

- Miller, R., Habitat use of feral horses and cattle in Wyoming's Red Desert. J. Range manage., 36:195-199. 1983a.
- Miller, R., Seasonal movements and home range of feral horse bands in Wyoming's Red Desert. J. Range Manage., 36:199-201. 1983b.
- 三村 耕・岩根英則・山本禎則・伊藤敏男, 樹林地放牧牛の生態・家畜の管理, 9:37-48. 1974.
- 毛利勝四郎・馬場強逸・横山長蔵, 造林地の放牧被害防止について - 保護杭の防止効果 -. 北方林業, 28:15-16. 1976.
- 森本 宏, indicator法. 動物栄養試験法, 第1版. 392-396, 養賢堂, 東京. 1971.
- 中田 功・神長每夫・横山長蔵, 放牧和牛の動静ならびに植生型と採食習性. 林試北支年報, 95-108. 1962.
- 中田 功・神長每夫・横山長蔵・柴田弥生, 放牧和牛の動静 - 採食飼草と採食量の季節変化. 林試北支年報, 230-250. 1963.
- National Research Council(NRC), Nutrient requirements of horses, 5th rev.ed., National Academy Press. Washington, D.C., 1989.
- 日本林業技術協会, ササ地における天然林施業. 1-213. 1984.
- 農水省農林水産技術会議, 寒冷時の養分要求量. 日本飼養標準・乳牛, 43-44. 中央畜産会. 東京. 1994.
- 農水省農林水産技術会議, 環境条件(寒冷・暑熱)の養分要求量に及ぼす影響. 日本飼養標準・肉用牛, 80-84. 中央畜産会. 東京. 1995a.
- 農水省農林水産技術会議, 一般組成と消化率. c. 乾草. 日本標準飼料成分表, 58-68. 中央畜産会. 東京. 1995b.
- 農水省草地試験場, 肉用牛生産における野草地利用の展望. I. 野草地利用の実態と問題点. 草地試資料, 56:1-69. 1982.

農水省草地試験場，肉用牛生産における野草地利用の展望．II．野草地および野草類の評価．草地試資料，57:1-58．1983．

農水省林業試験場，混牧林経営に関する基礎的研究．第3報．北海道地方における針葉樹人工林の緬羊放牧について．林試験報，172:1-46．1965a．

農水省林業試験場，混牧林経営に関する基礎的研究．第4報．福岡県下における広葉樹薪炭林の緬羊放牧について．林試験報，173:1-43．1965b．

野澤 謙，東亜と日本在来馬の起源と系統．Jpn.J.Equine Sci.，3:2-18．1992．

小川恭男・三田村強・岡本恭二・手島道明，秋冬放牧に伴うミヤコザサ草地の地上部および地下部の経年変化．草地試研報，32:92-99．1985．

小川恭男・三田村強・岡本恭二・手島道明，秋冬放牧に伴うミヤコザサ草地植生の経年変化．草地試研報，33:85-59．1986．

大原久友，北海道産笹類の家畜栄養学的研究．北農試報告，42:1-203．1948．

大原久友・吉田則人・福永和男・古谷政道・大原洋一，北海道の自然草地における植生の草地生態学的研究．I．十勝国河東郡上士幌町ナイタイ大規模草地．帯畜大学報，5:67-124．1968．

岡野誠一・岩元守男，林野植生に対する放牧家畜の採食嗜好性．林試研報，353:177-211．1989．

Pagan, J.D., H.F. Hintz and T.R. Rounsaville, The digestible energy requirements of lactating pony mares. J. Anim. Sci., 58:1382-1387. 1984.

Pearson, R.A. and J.B. Merritt, Intake, digestion and gastrointestinal transit time in resting donkeys and ponies and exercised donkeys given ad libitum hay and straw diets. Equine Vet. J., 23, 339-343. 1991.

Putman, R.J., R.M. Pratt, J.R. Ekins and P.J. Edwards, Food and feeding behaviour of cattle and ponies in the New Forest, Hampshire. *J. Appl. Ecology.*, 24:369-380. 1987.

寒河江洋一郎・川崎 勉・大原益博・大森明治, 混牧林におけるササ利用と地形との関係. *北草研報*, 20:112-114. 1986.

Salter, R.E. and R.J. Hudson, Feeding ecology of feral horses in Western Alberta. *J. Range Manage.*, 32:221-225. 1979.

Salter, R.E. and R.J. Hudson, Range relationships of feral horses with wild ungulates and cattle in Western Alberta. *J. Range Manage.*, 33:266-271. 1980.

佐藤康夫, 肉用牛によるクマイザサ優占野草地の夏季放牧とその利用限界. *北草研会報*, 17:120-123. 1983.

Schurg, W.A., D.L. Frei, P.R. Cheeke and D.W. Holtan, Utilization of whole corn plant pellets by horses and rabbits. *J. Anim. Sci.*, 45:1317-1321. 1977.

柴田弥生, 放牧による新植造林地の被害について. *林試北支年報*, 108-121. 1969.

柴田弥生・馬場強逸・毛利勝四郎, クマイザサ群落における7年間の稈と葉の推移. *日林論*, 91:339-340. 1980a.

柴田弥生・毛利勝四郎・馬場強逸, 放牧の強さがクマイザサの生育に及ぼす影響. *日林北支講*, 29:77-79. 1980b.

柴田弥生・高畑 滋・馬場強逸, チシマザサの枝と葉の発生と消長について. *日林北支講*, 32:27-29. 1983.

Slade, L.M. and H.F. Hintz, Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs. *J. Anim. Sci.*, 28:842-843. 1969

杉本昌仁・佐藤幸信・川崎 勉, 北海道和種馬における乾草とエンバクの消化率. *新得畜試研報*, 20:11-17. 1993.

杉野森夫, 各種樹葉に対する牛馬の嗜好に就て. 林試彙報,
3:63-69. 1921

鈴木爲武, 新冠に於ける放牧馬の食草に就て. 御料林, 145:53-64.
1940

高畑 滋・柴田弥生, 混牧林における家畜の行動と樹葉の嗜好性について. 北草研会報, 17:117-120. 1983.

高畑 滋・柴田弥生・馬場強逸, トドマツ造林地の混牧利用に関する研究. 林試北支年報, 63-66. 1983.

辻井弘忠, 木曽馬の消化率について. 信大農紀要, 22:31-35. 1985.

辻井弘忠, 木曽馬蹄壁の走査顕微鏡による観察. 信大農紀要,
23:51-56. 1986.

Todd, L.K., W.C.Sauer, R.J.Christopherson, R.J.Coleman and
W.R.Caine, The effect of feeding different forms of
alfalfa on nutrient digestibility and voluntary
intake in horses. J.Anim.Physiol.and Anim.Nutr.,
73:1-8. 1995a.

Todd, L.K., W.C.Sauer, R.J.Christopherson, R.J.Coleman and
W.R.Caine, The effect of feed intake on nutrient and
energy digestibilities and rate of feed passage in
horses. J.Anim.Physiol.and Anim.Nutr., 73:140-148.
1995b.

豊岡 洪, 北海道におけるササ類の分布とササ林床破壊後の植生変化. 林業と薬剤, 78:16-21. 1981.

豊岡 洪・佐藤 明・石塚森吉, 北海道におけるササ類の分布とその概況. 北方林業, 33:3-6. 1981.

津田 望, 発達障害児への乗馬セラピーの試みー軽度発達遅滞児の変容を追ってー. Jpn.J.Human Anim.Relations, 2:54-59.
1997.

- Uden,P. and P.J.Van Soest, Comparative digestion of timothy (*Phleum pratense*) fibre by ruminants, equines and rabbits. Br.J.Nutr., 47:267-272. 1982.
- Uden,P., T.R.Rounsaville, G.R.Wiggans and P.J.Van Soest, The measurement of liquid and solid digesta retention in ruminants, equines and rabbits given timothy(*Phleum pratense*) hay. Br.J.Nutr., 48:329-339. 1982.
- Ulyatt,M.J., D.W.Dellow, A.John, C.S.W.Reid and J.Monroe, Effect of intake and feeding frequency on feeding behavior and quantitative aspects of digestion in sheep fed chaffed lucerne hay. J.Agric.Sci., 102:645-657. 1984.
- 梅田 安治・長沢徹明・水谷 環, ササ地の草地化と降雨の浸入－傾斜草地に関する農業土木的研究 (I)－. 北大牧場研報, 12:15-32. 1985.
- 薄井 宏, ササ型林床優占種の植物社会学的研究－日本植物研究の造林学への適用－. 宇都宮大農学報特輯, 11:1-35. 1961.
- 宇都宮隆, 林内放牧における肉用牛による野生植物の嗜好性と飼料草としての価値. 日草誌, 19:154-160. 1973.
- Vander Noot,G.W. and E.B.Gilbreath, Comparative digestibility of components of forages by geldings and steers. J.Anim.Sci., 31:351-355. 1970.
- Van Keulen,J. and B.A.Young, Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J.Anim.Sci., 44:282-287. 1977.
- Van Soest,P.L., The use of detergents in the analysis of fibrous feeds. J.Assn.Official Agr.Chem., 46:825-828. 1963.
- Van Soest,P.L., The kinetics of digestion. In Nutritional ecology of the ruminant. 211-229. O&B Books. Oregon. 1982.

Willard, J.G., J.C. Willard, S.A. Wolfram and J.P. Baker, Effect of diet on cecal pH and feeding behavior of horses. J. Anim. Sci., 45:87-93. 1977.

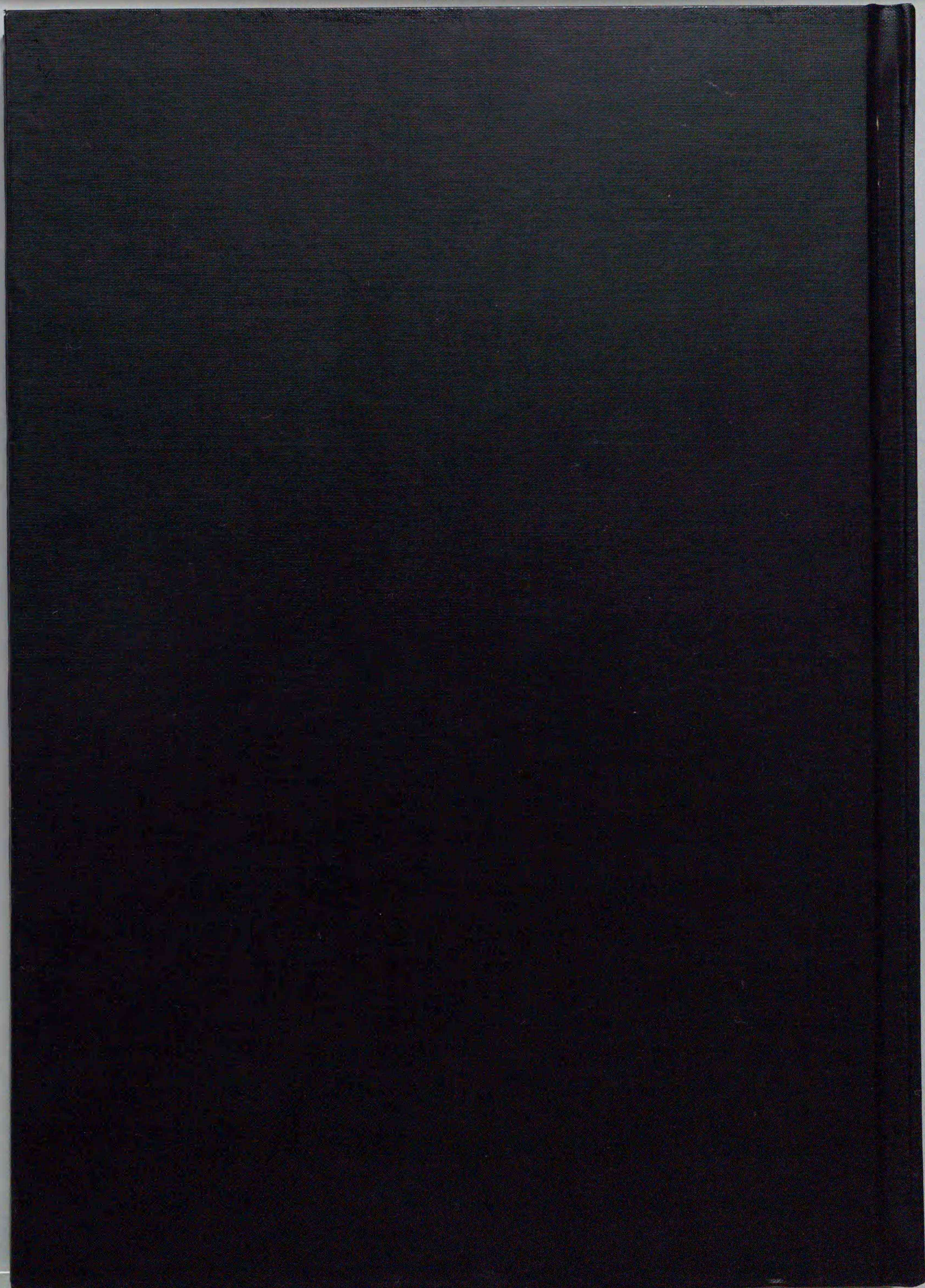
山谷 洋二・岩根 英則・三村 耕, 樹林地放牧牛の養分摂取量. 家畜の管理, 12:39-49. 1976.

Yasue, T., S. Kondo, M. Okubo and Y. Asahida, The location of Hokkaido Native Horses grazed on hilly woodland in winter season. Jpn. J. Equine Sec., 4:151-157. 1993.

安富 六郎, サステナブルな土地利用計画. 環境土地利用論, 第1版. 199-240, 農文協, 東京. 1995.

横田 金太郎・松阪 昭一・川原 次男, ササと土壌と天然更新の関係 I. 北方林業, 33:210-214. 1981a.

横田 金太郎・松阪 昭一・川原 次男, ササと土壌と天然更新の関係 II. 北方林業, 33:247-250. 1981b.

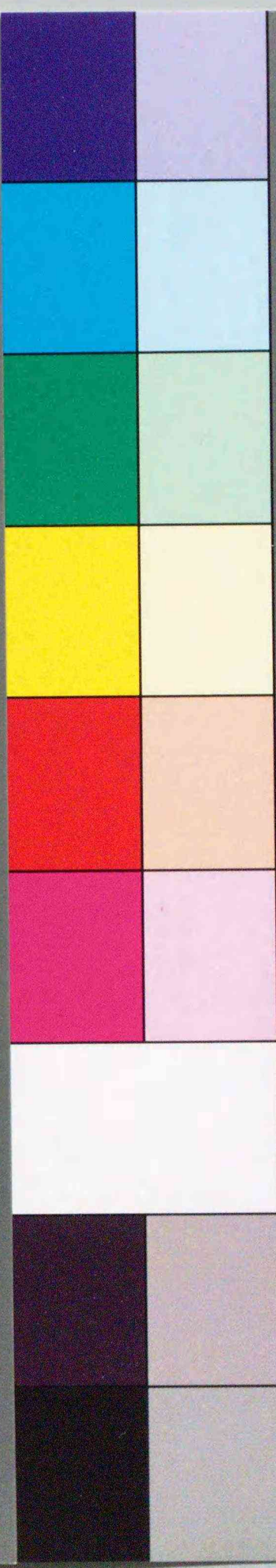


inches 1 2 3 4 5 6 7 8
cm 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

Kodak Color Control Patches

© Kodak, 2007 TM: Kodak

Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White 3/Color Black



Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

